

BIBLIOTECA NAZIONALE VITT. EM. III NAPOLI
B. Prov.
472

BIBLIOTECA PROVINCIALE
Armadio
Palchetto
Num.° d'ordine

Digitized by Google

124
6
7 - 13

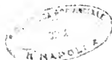
B Pan.
VIII
472-478

Digitized by Google

54124 6

NUOVA RACCOLTA D' AUTORI, CHE TRATTANO DEL MOTO DELL' ACQUE.

VOLUME PRIMO.







IN PARMA MDCCLXVI.

PER FILIPPO CARMIGNANI.

Con Licenza de' Superiori.

Digitized by Google

Digitized by Google



A SUA ALTEZZA REALE

FERDINANDO BORBONE

INFANTE DI SPAGNA

DUCA DI PARMA, PIACENZA, GUASTALLA, EC.



D ogni Scienza, ALTEZZA REALE, perchè sia col-

tivata,

Digitized by Google

tivata, e promoſſa, fa d'uopo la Grazia, e la Protezione de' Principi: ma quella dell'Acque abbiſogna ancora del poſſente lor braccio. La Geometria, l'Architettura, la Meccanica ſono eccellenti, dilettevoli, ed utili all' umana Società: ma l'Idraulica oltre sì nobili, e giovevoli doti, ella è altresì neceſſaria. L'iſtabile Elemento dell'Acqua ſembra di ſe atto a ſconcertar la natura, a cangiar faccia alla ſuperficie del Mondo, a ridurre all'antico Caos l'Univerſo. L'aere ſovente s'impregna di grandini, e folgori; ma queſte cadono col timore di molti, e col danno di pochi. Il fuoco

con-

Digitized by Google

consuma Edifizj, Villaggj, e qualche volta ancora intere Città; ma poi ristà, e sosta o vinto dall'arte, o al mancar d'alimento, e d'esca, che lo mantenga, e propaghi. L'Acqua non ha d'uopo, che di se sola per inondare Città, Provincie, Regni, e confondere il continente col mare. Scorre nel mezzo de' vostri Stati un Fiume Reale, il quale fin ch'è rinchiuso tra gli argini tranquillo, e placido, dona, e seconda la navigazione, promuove il commercio, innaffia le circostanti Campagne, e accoglie il tributo di tanti torrenti, che senza lui desolerebbero le vicine vostre

e ri-

Digitized by Google

e rimote contrade; ma ſe orgoglioſo innalza, e verſa il gonfio ſuo corno, eccolo intorno a' voſtri villerecci Palagj, e di là roveſciarſi ſulle più ubertoſe pianure, e minacciare perfino le ſteſſe voſtre Città. Queſt'Opera, che vi degnaſte d'accogliere ſotto de' voſtri Reali Auſpizj, contiene l'arte, e la ſcienza di dargli quella legge, che indarno ricuſa, e d'imporgli quel freno, che diſpettoſamente morde, e non vince. Queſta ſcienza, nata, creſciuta, e ſalita a qualche non diſpregevole perfezione nel ſen dell'Italia, è tutta noſtra, come noſtro in un modo ſin-

golare,

Digitized by Google

golare, e diſtinto lo ſiete Voi, nato, allevato, e addeſtrato al governo in queſti ſudditi voſtri Stati. Voi, che da' primi anni apprendeſte la ſcienza del mare, e imparaſte come un fragil legno regga invitto alle più furioſe procelle, e quaſi all'Oceano inſulti, e all'adirato Nettuno; molto meglio ſaprete l'arte di contenere in dovere i voſtri torrenti, e fiumi, che ſe non odono nè la ragion, nè la legge, cedono però alla forza, e alla applicazione di que' principj, che in queſto aureo Libro i primi Valentuomini del noſtro, ed ultimo Secolo, forniti d'acutiſſi-

mo

Digitized by Google

mo ingegno, e colla guida d'infinite osservazioni, e sperienze, hanno maestrevolmente disposto, e raccolto. Ma l'uso di questo Libro non di rado richiederà l'ajuto, e la forza del vostro braccio. I Fiumi vogliono argini robusti, e forti: vogliono lavori, e fabbriche principesche, e reali: vogliono un occhio, che sempre vegli, e una mano sempre benefica, e splendida. Con ciò domati, e vinti, recheranno la sicurezza ai Sudditi, la felicità agli Stati, e una gloria immortale ai Sovrani. Già questa si prepara grande per Voi, ALTEZZA REALE, di cui finora ve ne

pro-

Digitized by Google

procacciaſte una parte in queſto primo ſaggio del voſtro Real Governo, promovendo le Scienze, le Lettere, e l'Arti. Ora ſe tanto zelo moſtraſte per quelle, che ſono ſolamente giovevoli, ed utili allo Stato; quanto maggiore ſarà per l'altre, che ſono ancor neceſſarie, dalle quali dipende la conſervazione delle Città, l'uſo, la coltura, la fecondità delle Campagne, e la popolazion del Contado? E ancor di queſto ce ne avete date autentiche pruove nei pronti, e ſavj regolamenti ſuggeriti dalla premura del pubblico bene nell'ultime funeſte inondazioni. Queſto vo-

ſtro

Digitized by Google

ſtro zelo, ſoſtenuto ancor dall' eſempio de' voſtri ſtudj diretti alla pubblica felicità, m'ha iſpirato coraggio di recarmi a' piedi del voſtro Real Trono, per mettere ſotto de' voſtri benefici Auſpizj una grand' Opera, che diverrà ancora maggiore, portando in fronte il nome, e la protezione di Vostra Altezza Reale, a cui col più profondo, e riverente oſſequio mi dichiaro

Umil.mo, Dev.mo, ed Obbl.mo Serv.re, e Suddito Fedel.mo

Filippo Carmignani.

Google

PREFAZIONE
ALLA NUOVA EDIZIONE
DELLA PRESENTE OPERA.

SOno quarantaquattro anni incirca, dacchè in Firenze uſcì alla luce la celebre Opera *degli Autori, che trattan dell' acque*, la quale in ſè conteneva ciò, che i primi valentuomini dell' Italia aveano, ſtudiando ſingolarmente la natura de' Fiumi, oſſervandone i fenomeni, eſaminandone le vere leggi, regolandone il corſo, frenandone l'impeto, a onore, e decoro della noſtra nazione, ad iſtruzione de' preſenti, e de' poſteri, a vantaggio, ed uſo di tutto il mondo accuratamente raccolto. Ma o ſia che allora non ſi conoſceſſe aſſai l'umor bizzarro, e inſolente di certi Fiumi orgoglioſi, o ſia che ancora non ſi foſſe ben appreſa l'arte, e la maniera di vincerli, e di domarli, la teoria riuſciva imperfetta, e richiedeva dall' oſſervazione, e dallo ſtudio nuovo ajuto, e corredo. Opportunamente quella ſteſſa cagion primaria, che verſo il principio dell' ultimo ſecolo eccitò gl' ingegni italiani ad intraprendere, e coltivare la dottrina dell' acque, li ſol-

Digitized by Google

lecitò, e ſpronò a proſeguirla in appreſſo; e perciò con molto vigor s'adoprarono ad aggiugnere nuove oſſervazioni all'antiche, a ſuggerir nuovi metodi, ad appreſtare nuovi rimedj, e a ridurre l'Idraulica a forma, e condizione migliore. Io non voglio quì quaſi ſedendo a ſcranna diſcutere, e molto meno decidere, ſe la giunta di tante diſſertazioni abbia punto contribuito a ſtabilire nuovi principj, a inventare nuove teorie, e a dare al ſiſtema dell'acque l'ultima perfezione. Motivo di dubitarne egli è il riflettere, che anche in oggi per lo più ſi citano gli ſteſſi teoremi del Caſtelli, del Guglielmini, del Grandi, ſi adottano le loro maſſime, e ſi venerano la maggior parte de' loro canoni, come nella geometria gli elementi d' Archimede, d' Euclide, d'Apollonio, e di Teodoſio.

Ora ſiccome queſta, avvegnachè non riconoſca quaſi altri, che i detti principj, è divenuta da que' primi tempi fino in oggi di ſe maggiore, ſpandendo ampiſſimi rami, mettendo copia di nuovi ammirabili frutti, e levando oltre il Cielo l'orgogliose ſue cime; non altrimenti l'Idraulica animata da que' pochi, ma fecondi elementi, puote dar vita a nuovi parti, e moltiplicarli in ogni genere di

per-

perfezione convenevole alla loro ſpezie, e natura. Comunque la coſa ſia, non v'ha luogo a dubbio, che dal contraſto di tanti partiti non ſiaſi ſpremuta ſuſtanza di più pura, e ſincera dottrina; che dalla diſquiſizione di sì oſtinate quiſtioni non ſiaſi deſtata qualche più vivace, e luminoſa ſcintilla; e che dalla raccolta d' infinite oſſervazioni, e ſperienze non ſi ſieno ſtabiliti fondamenti più profondi, ſicuri, e certi di tutta la teoria. Quindi quella ſcelta di diſſertazioni, e ſcritture, che una volta formava il corpo di tutta la materia idraulica, in oggi ſembra deſiderare qualche coſa di più, come deſidera il noſtro corpo, a proporzione che in ſe ſente violenza, e ſtimolo al creſcere, copia d'alimento maggiore. Molti da qualche anno comprendevano la neceſſità, non che la convenienza d'aggiugnere qualche nuova dottrinal merce all' antica, e di comporne, per così dire, una ſola maſſa: ma tutto l' affare ſi riſolveva in voti, che a nulla tornavano; e tra tanto luſſo di libri inutili, e ſuperflui niuno dava mano ad un'opera giudicata utile, e neceſſaria, imitando il più degli uomini in varj generi di coſe i fanciulli occupati ſolo in frivoli giuochi, dimentichi in tanto de' più ſerj, e pre-

Digitized by Google

cisi loro doveri. Io non pretendo col recarvi una nuova compilazione degli Autori dell' acque, d'essere dappiù degli altri, e di procacciarmi un nuovo merito colla Repubblica delle scienze: anzi temo, che la cosa riuscirà altrimenti, trovando perecchj più argomento di biasimo nel modo d'eseguire l'idea, che di lode nel concepirla.

Fin da principio mi sono indotto a credere facilmente, che intorno a due cose alzeranno alcuni la voce a censurare quest'opera e per ciò, che si è ommesso del vecchio, e per ciò, che vi s'è aggiunto di nuovo. All' aprire il primo volume, veggendo, che non s'è rispettato nè Archimede, nè Galileo, nè Michelini, nè altri venerabili Autori, quasi cacciandoli dalla nativa, e propria lor sede, meneranno mille schiamazzi, e ne faranno infinite doglianze. Nè perchè io m' ingegni di giustificare una tale condotta, vorranno udirmi, e placarsi. La sperienza, e l'osservazion m'ha insegnato, che i pregiudizj levano una non so quale flessibilità all'anima, necessaria ad ascoltar la ragione, e a disporre la mente a quella indifferenza, che suol precedere al cangiare di sentimento, e opinione, e perciò io giudico di starmi cheto.

L'al-

L'altrui resistenza nè dà diritto d'intimar silenzio a veruno, nè scema di forza quelle ragioni, che non solo ci dettano, e solleticano a pensare altrimenti, ma vi ci determinano interamente. Io solo quì esporrò la cosa come io sento, e se i presenti non m'accorderanno giustizia, m'appellerò ai posteri, i quali secondo il detto di Cremuzio Cordo (*a*) danno a ciascuno l'onor, che ei si merita.

(*a*) *Tacit. Annal. lib. IV.*

Incomincerò da Archimede, ch'è il primo Autore inserito nell'antica raccolta, e tralasciato nella nuova. Questa tratta distintamente del corso dell'acque, ed in ispezie de' fiumi, e torrenti, affine di conoscerne la forza, misura, velocità, leggi, fenomeni, e trarne da tali cognizioni utilità, ed uso. Nulla di ciò c'insegna Archimede contento de' primi elementi dell'Idrostatica, cioè dell'equilibrio de' solidi co' liquidi per ragione della loro specifica gravità, e figura; ciò, che punto non lega, nè dice bene col nostro suggetto: e se quì dovesse aver luogo Archimede, molto più converria darlo agli Autori, che hanno composti Trattati interi d'Idrostatica e più perfetti, e più ampj. Tanto più che la maggior parte del saggio idrostatico d'Archimede

ap-

Digitized by Google

appartiene all'equilibrio delle conoidi coi liquidi, e come esse vi si adattino, e volgano, e pieghino per entro essi, avanti di mettersi in quiete, e in riposo, ciò, che più s'allontana dall'idea, e dalle massime di quest'opera. Per cagion simile si sono esclusi alcuni opuscoli del Galileo intorno le cose, che stanno sull'acqua, e che in quella si muovono, dove si ragiona dell'immersione de' solidi ne' fluidi, e del lor galleggiare, e s'agita la quistione, se la figura abbia parte nel tener sospesi i corpi sull'acqua, e concorra ad impedirne l'immersione. Dalla proposizione sola di questo tema ognun s'avvede, che l'argomento del Galileo è molto differente dal nostro. All'istessa sorte dee soggiacere la lettera sul fiume Bisenzio, ma per motivo assai diverso. La quistione era, se per impedire le inondazioni, era meglio levargli le tortuosità, e ridurlo a un canale diritto, ovvero lasciarle, pulendolo, e nettandolo da tutto ciò, che genera tardezza nell'acqua, e conseguentemente maggior altezza. Di questa lettera così la sente il Zendrini (*a*). *Osservabil pur si rende certa altra dissertazione sopra il fiume Bisenzio, nella quale quanto spicca il profondo ingegno del suo autore, altrettanto manca di quell'autorità pratica, che in* *tan-*

(*a*) *Zendrini. Leggi, e Fenomeni d'acque. Prefazione.*

tante altre cose sublimi, per le quali si può dire, che fosse egli nato, sì altamente sopra gli altri si distingue; così si distinguerà ne' secoli avvenire. Questa lettera è ripiena di speculazioni sottili, e ancor troppo fine: sembra, ch'egli stesso se ne sia accorto; poichè così ne parla. *So, che in questa mia scrittura vi sono alcune proposizioni, le quali, per avere nel primo aspetto sembianza di paradossi, e d'impossibili, mi manterranno, anzi m' accresceranno nel concetto di molti l'attributo, che mi vien dato di cervello stravagante, e vago di contrariare all' opinioni, e dottrine comunemente ricevute anche dai professori dell' arte.* In somma pare, che pensi più al nuovo, che al vero, e al pratico. Indarno si cercherà in questa nuova edizione il dialogo dell' Albizzi. Egli ci sembrò sprovveduto di ciò, che serve alla teoria, e all'uso. Chi legge sol lui, non rimane bene informato del fatto, e perciò disadatto a deciderlo: vi manca la carta topografica: l' Autore suppone, che i giudici della lite sieno sul luogo. Io avea determinato a lasciare in possesso il Michelini del posto suo; ma poscia fui consigliato a rimoverlo e per il superfluo, e per il falso, che si contiene nel suo Trattato *della direzione de' fiumi*. Il merito principale di detto Autore fu d'essere il primo a trattare

tare

tare di tal materia diſtintamente. Quante ſuppoſizioni inutili, e ſuperflue premette egli mai! che la forza minore ceda alla maggiore, che l'acqua tenda al centro de' gravi, che diſcenda per la via più corta, ed altri ſimili. Abbonda di termini improprj, ed oſcuri, ex: gr: allorachè adopera *moto d'energia*. Vengo a' falli, ed errori. Tutto il contenuto del ſecondo capitolo è falſo. Vuole, che gli argini eſercitino pochiſſima forza, per ritener l'acqua a confronto dell'urto ſul fondo, pretendendo provare, che l'acqua ſtagnante in un vaſo avente i lati perpendicolari all'orizzonte non prema punto, nè urti detti lati, a guiſa de' ſolidi, che ſolo premono il fondo, e niente le ſponde. Leggaſi il Zendrini, che ne fa la critica, e l'eſame (*a*). Il terzo capitolo è affatto ſuperfluo, vuoto di coſe ſolide, e ripieno di ciance, e inutili definizioni. Non ragionaſi d'altro in eſſo, che *del moto d'energia*, il qual riſolveſi nella forza morta o d'un grave, che preme, o d'un elaſtro, che vorria diſtenderſi, ed aprirſi. Il Cap. IV. dà di cozzo in un parallogiſmo, che tale dimoſtraſi dal Zendrini. Il V. rinnova, e ripete gli errori del ſecondo, come il VI. gli sbaglj del IV. Le dottrine de' Cap. XXIII., XXIV. circa i pen-

nelli

(*a*) *Leggi, e Fenomeni d'acque.*

Digitized by Google

nelli sono discusse dall' istesso Zendrini con molto giuste critiche osservazioni; ed essendosi dopo il Michelini ridotto a miglior teoria, e a maggior semplicità di termini, e di ragionamento l' affare, sembrava, che non fosse pregio dell'Opera il quì recarlo; poichè senza la giunta da altri fatta, saria riuscita imperfetta, ed oscura cotal materia, e con essa saria divenuto superfluo il Trattato del Michelini. Mi fu ancora proposto d'ommettere il discorso del Borelli sulla Laguna di Venezia; ma io, prima d' eseguire un tale consiglio, volli chiarire da me la cosa, leggendolo attentamente. Tal lezione mi determinò ad abbracciare il partito, che mi venia suggerito. Questo discorso propone parecchj rimedj per pulire, e abbassare il fondo della Laguna, i quali essendo più speculativi, che pratici, nè giudicati perciò opportuni alle circostanze di quell' acque, non sembravano neppure utili a un' Opera diretta a perfezionar la teorica, e a guidare la pratica. Si maraviglierà la maggior parte, che manchi un opuscolo dell'Ab. Grandi, cioè l'esame pubblicato dal Rondelli nella causa del Molino dell'Era. Due titoli m'hanno indotto a questa determinazione. Primieramente il più de'

 pun-

punti, ſopra i quali ſi fonda il ragionamento del Rondelli, eraſi già confutato, come avverte l'Ab. Grandi, *nelle riſleſſioni*, *o nelle conſiderazioni*. In fatti quaſi ſempre in detto eſame rimetteſi l'Ab. Grandi a ciò, che ſcriſſe altrove: quindi s'è abbandonato come ſuperfluo. In ſecondo luogo le difficoltà del Rondelli erano così meſchine, e cattive, sì per la falſità del fatto, come per la pochiſſima ſodezza della dottrina, che quaſi ſenza riſpoſta, da chi alquanto ſeriamente riflettevi, ſi ſciolgono. Perciò poche coſe, e parole v'adopra l'Ab. Grandi per confutarle, contento del cenno di qualche dottrina, o verità altronde nota, e ſicura. Se il Lettore troverà nel progreſſo di queſt'Opera eſcluſa altra Diſſertazione, ſi perſuada, e creda, non eſſerci a ciò moſſi ſenza ragione: nè giudico eſſere quì neceſſario di giuſtificarci a parte a parte, avendo, come ci pare, finora date aſſai pruove ſu ciò, le quali ſe non baſteran per alcuni, tengo per fermo, che neppure moltiplicate a migliaja varranno punto a ſcuoterli dall'antico lor ſentimento, e parere.

Se è coſa malagevole l'appagare gli altri per ciò, che s'è ommeſſo del vecchio, molto più io reputo eſſerlo per ciò, che vi s'è in-

introdotto di nuovo. Appena si divulgò per l'Italia l'idea di questa nuova edizione, che da molte Città ci furon mandate liste ben lunghe, e quasi cataloghi di Libri, di Dissertazioni, e Scritture antiche, e moderne, perchè fossero accolte con venerazione, e onorate d'un ragguardevole seggio. Chi proponeva il Cabeo, il Riccioli, l'Aleotti, il *Perfetto Giudice d'argine*, ed altri simili: chi mi persuadea a serbare un vuoto ben grande per l'Opera del Barattieri; e chi perorava per la Laguna di Venezia di Bernardo Trevisani: venia esortato a unire all'altre fatiche degl' Italiani alcune degli Oltramontani, tra le quali *la misura dell'acque del Varignon*, *il Trattato dell'acque del Mariotte*, *il modo di rendere navigabili i fiumi del Belidor*, e simili altri libri. Ma osservai, che i sentimenti non erano coerenti, e conformi; poichè all'idea di combinare li Forestieri con li Nazionali s'opponeano non pochi, dicendo, che la dottrina dell'acque era invenzione, e lavoro de' soli Italiani, e che perciò sol questi doveano essere a parte di tutta la gloria, e non comunicarsi a coloro, che o poco, o nulla aveano a ciò contribuito, ripetendo, e copiando l'altrui teorie. Da ciò, e da altri simili parlari compresi essere im-

b 2 possi-

Digitized by Google

possibile, non che difficile impresa l'accordare opinioni sì differenti, e condurmi in modo da non dispiacere a veruno. Abbracciando il consiglio di cacciar dentro la Raccolta tutto ciò, che mi venia suggerito, i dotti del primo ordine si sarieno recati ad onta di trovarsi confusi, e misti con altri letterati del volgo, e le Dissertazioni di questi, invece di acquistar credito dall'essere unite, e combinate con quelle, avriano pregiudicato al decoro, e all'onore di esse. Sariasi detto, non esser questa una scelta delle cose migliori, ma un composto di bene, e di male, di verità, e d'errori, di dottrina sana, e falsa, di luce, e di tenebre, ripieno di mille ripetizioni, e d'altrettante forse contraddizioni, atte anzi a confondere, che a illuminare, più a dubitare, che ad istruire. Oltre ciò l'Opera saria cresciuta all'infinito; e a proporzione della mole, e del numero de' volumi moltiplicato il valore, siccome la difficoltà dello spaccio. Chi è prevenuto a favore di qualche autore, e chi si forma un sistema a detta d'una calda improvvisa immaginazione, che gliel lavora, e dipinge, non bada a mille cose, alle quali dee por mente chi a sangue freddo s'incarica di servir il Pubblico
nel

nel modo, ch'egli, riflettendo a tutti i riguardi, conofce il migliore. Primaria noftra maffima fu di fcegliere quelle Differtazioni, che ftabilifcono, e promuovono la più foda, ed efatta teoria dell'acque finora nota, ed in appreffo di dare un faggio de' più accreditati regolamenti meffi in pratica ne' cafi, che richiedeano rimedj pronti, e ficuri, da' più rinomati Soggetti, e dal felice efito autenticati. Quefti regolamenti, come che per lo più non contengano nuove teorie, iftruifcono però molto, e fegnan le tracce, per le quali guidarfi in fimili circoftanze, e fecondan la mente di pronti partiti. Altra maffima fi fu di non dar quartiere a Scritture puramente contenziofe, che folo c' informano d' un fatto individuo, e niente o nella fua relazione, o nella difcuffione d' effo ci recan di nuovo o circa la teoria, o intorno la pratica, e applicazione. La decifione di tali contefe fpeffo dipende o dalla fincera fpofizione del fatto, e informazione della materia, o da qualche combinazione di circoftanze, o da qualche opinione, e fentimento particolare; fulle quali cofe difconvengono le parti contrarie, ed efigono un giudice retto, e dotto, che le componga.

In

Digitized by Google

In una edizione formata secondo l'idea già data non meritan verun luogo tali Scritture, la cui quantità quasi infinita saria di per sè, prescindendo da altre ragioni, un ostacolo a condiscendere alle istanze più fervide, e ai più solleciti voti.

Egli è vero, che gli Autori Italiani sono i veri padri benemeriti della dottrina dell'acque, nata, cresciuta, e salita a quel grado, in cui ella è in oggi, nel seno della nostra Italia. Verità ella è questa, in cui convengono gli stessi Francesi, tra' quali il Sig. d'Alembert: *Les Auteurs Italiens se sont distingués dans cette partie, & c'est principalement à eux qu'on doit les progrès qu'on y a faits*. Nell'elogio di Fontanelle al celebre Guglielmini v' ha i semi di questa stessa verità, o per dir meglio i principj, che conducono a questa medesima testimonianza. Non pertanto io sono d'opinione diversa intorno la massima d'escludere da quest'Opera i Forestieri. Coloro, che pensano altrimenti, pare, che ignorino, che il ceto de' veri dotti forma quasi un sol corpo impegnato a promuovere le scienze, e l'arti. Questo corpo non conosce nè varietà di patria, di clima, e di cielo, nè spirito di partito, e permette quella sola parte d'emula-

zio-

zione, che desta, e solletica gl'ingegni, e gli sprona all'opere grandi: ciascun si considera come elemento dell'istesso composto, membro della stessa famiglia, e cittadino dentro le medesima mura, senza distinzione di nascita, di condizione, d'impieghi, tutt'insieme misti, e sol distinti dal merito, e dal valore. Quindi l'Accademie d'Europa accolgono Valentuomini d'ogni nazione, d'ogni natale, d'ogni ordine, e vengono chiuse le porte ai soli ignoranti, ed indegni. I premj dell'Accademie di Parigi, di Berlino, di Pietroburgo varcano l'álpi, il mare, e vanno da un estremo all'altro del mondo in traccia di chi li merita. I dotti scambievolmente s'onorano, s'amano, si comunicano le scoperte, consultano i loro dubbj, propongono le loro quistioni, e fanno un commercio scientifico forse più utile al mondo, che quello del Perù, e della Persia. In somma le scienze, le lettere, e l'arti costituiscono una nazione, e un governo, che giustamente può dirsi la Repubblica della ragione, del buon senso, del sapere, dei lumi, e la scuola delle scienze dell'Universo. Ciò supposto, io discorro così: o le Dissertazioni de'Forestieri in materia d'acque contengono dottri-

ne

ne nuove, giuſte, canoniche, piene di lumi, e di metodi, ovvero ſono coſe mediocri, povere di cognizioni, ſterili di conſeguenze, e ſol lodevoli per la preciſione, per la chiarezza, o altri ſimili titoli. Se s'avvera il primo, egli è un doppio torto, ed ingiuſtizia l' eſcluderle; torto alla Raccolta, togliendole una parte della vera teoria neceſſaria all' acque, torto alle dette Diſſertazioni, negando loro quel poſto, a cui giuſtamente pretendono. Che ſe accade il ſecondo, egli è un dovere dell'umanità, un atto di convenienza pulita, e civile l'accoglierle, uſar loro, come ſuol dirſi, buona ciera, e moſtrar loro quella oſpitalità, che a' veri amici, e repubblicani non mai ſi niega; tanto più ch'egli è sì lungi, che ciò poſſa pregiudicare alla gloria, e all'onor dell'Italia, che anzi vieppiù la promuove; poichè riflettendoſi da un lato al molto, che hanno ſcritto gl'ingegni Italiani ſull'acque, e dall'altro al poco, che gli Oltramontani hanno aggiunto del loro, toſto evidentemente ſi ſcorge, che quaſi tutta la gloria a'primi appartiene, e quaſi nulla ne rimane a' ſecondi. Tra queſti m'è venuto talento di non dimenticare certamente la lettera del Sig. Genneté, intorno la qua-

quale leggo ſentimenti così diverſi, e contrarj, che ſembra quaſi impoſſibile, che l' iſteſſa Opera dia fondamento, e occaſione a tante contraddizioni. Il chiariſſimo P. Friſi (*a*) onora tal libro col titolo d'*aureo*. I Ferrareſi opinano diverſamente. Un d'eſſi, ſcrivendomi, lo chiama libro *pieno di ſtravaganze, e di falſità, che guaſtano la Scienza Idraulica*, e pretende di ciò dimoſtrare colle ſperienze pubblicamente fatte in Ferrara contrarie a quelle del Genneté in Olanda. Io non voglio chiamar in giudizio queſto Autore, nè diſcuter ſeco del diritto, e del torto. Forſe gli ſperimenti de' Ferrareſi furono accompagnati da condizioni avventizie aſſai differenti dalle Olandeſi; ed il difetto, ch' io reputo grandiſſimo del Genneté, riſulta dalla, dirò così, nudità delle ſue ſperienze, ſpogliate affatto, e ſveſtite d'ogni idonea circoſtanza a dare idea giuſta, e netta dello Sperimentatore, e fede, e credito alle ſperienze. Egli nulla dice nè della larghezza, nè della lunghezza de' ſuoi fiumi artifiziali, molto meno del loro fondo, ſe liſcio, o ſcabro, niente delle ſponde, ſe perpendicolari, o inclinate, ſe parallele, o divergenti, ommettendo mill'altre coſe, che in una quiſtione sì

(*a*) *Del modo di regolare i fiumi ec. libri* 3.

delicata, e ſoggetta a partiti, e contraſti non ſi voleano tacere. Quindi non è maraviglia, che non eſſendo convenuti gli Sperimentatori d'Italia, e d'Olanda ne' medeſimi dati, neppure gli ſperimenti ſi ſieno accordati tra loro. Che ſe l'arte ſovente diſcorda dall'arte, quanto è più veriſimile, che la natura diſconvenga dall'una, e dall'altra; eſſendo che ella è sì varia, sì moltiplice, sì feconda di complicare inſieme reſiſtenze, contraſti, direzioni, tortuoſità, fondi ſcabri, e irregolari, acque fangoſe, e chiare, che ciaſcuno di tali Elementi è abile ad alterare la legge delle velocità, dell'altezza ne' piccioli ſuoi rigagnoli! Ciò, che potria accreditar molto i ſentimenti del Genneté, ſariano l'oſſervazioni da lui fatte ſul Danubio, ſul Reno, e ſu altri Fiumi della Lamagna, ſe foſſero vere, ed eſatte: anche varie propoſizioni del Guglielmini ſarebbero a lui favorevoli, ex: gr: quella, che l' innalzamento d'un palmo aggiunto ad un Fiume già gonfio potria eſſere effetto d'una cagione tre, e quattro volte maggiore di quella, che può accreſcere all'acqua baſſa due, o tre palmi d'altezza, ſe le circoſtanze dell' uno, e dell'altro foſſero preciſamente le ſteſſe. Se altri Autori Oltramontani abbiano a

tro-

Digitized by Google

trovar ſeggio in queſta Raccolta, ancor non lo so. Voglio, che la rifleſſione, l'eſame, il tempo, la ragione, il conſiglio de' dotti abbiano parte in queſta ſeria riſoluzione.

Già io antiveggo il molto, che ſi dirà contro di me ſulle nuove coſe adottate in queſta nuova Edizione. Anzi mi par di mirare alcuni col viſo arcigno, colla fronte increſpata dimenar le mani, le braccia, e il corpo tutto atteggiato a maraviglia, e a rabbia, incominciare le dolenti note, e gli accenti d'ira, e ſcagliarſi ſopra il raccoglitore: ſi dirà, che s'è abbandonato il meglio, ed appigliato al peggio; che ſi potea, e dovea fare una ſcelta molto più utile, più dotta, e ſenſata: che s'è uſata della parzialità, e ſervito a umani fini: che s'è moſtrato più genio, e affetto per gli Autori d'una Nazione, che per quelli d'un altra: che la raccomandazione, gli uffizj, l'amicizia hanno ſedotto il mio ſpirito, ſoggetto anch'eſſo ad eſſere ſignoreggiato da quelle affezioni, che ſono diſpotiche, ed arbitre del noſtro penſare. Io ripeterò quì ciò, che ſolo ho accennato poc'anzi, cioè ch'io giudico ſuperflua ogni giuſtificazion mia ſu queſto, o ſimili punti; poichè o que', che leggeranno queſt'O-

 pera,

Digitized by Google

pera, ſaran di coloro, che hanno gl'intelletti ſani, docili, ragionevoli, e d'ottimo ſenſo; e da coſtoro, che comprendono aſſai la difficoltà dell'affare nella cognizione, ed elezione dell'ottimo, ſpero ottenere pietà, non che compatimento, e perdono; ovvero ſaran di coloro, a cui la natura fè un celabro rigido, ed infleſſibile, di dura tempera, e d'un carattere ſtrano, che decide alle prime impreſſioni, che altro non aſcolta, che il dettame del genio, del talento, del pregiudizio, della paſſione, e che non cede nè alla ragione, nè alla autorità, determinato a non torcere neppure una linea dalla prima ſua direzione; e per tal fatta d'uomini nulla monta il dir cento coſe a favore, e difeſa della verità, o almeno della mia ſaggia condotta. Io mi ſono formato un ſiſtema, ch'io il chiamerò di prudenza pratica, e di maſſima diſcreta; ed è, che qualora un uomo ha maturato ſeriamente un affare ſenza paſſione, e bollore di ſangue (quanto può egli accorgerſene) conſultando i Catoni, i Socrati, gli Ariſtidi più giuſti, ed ha dato alla cognizion della cauſa quella miſura di tempo, quel numero di rifleſſioni, che meritava il ſuggetto, dee prender deliberazio-

ne

Digitized by Google

ne, e partito, non curando punto il gracchiare de' piccioli critici, e mal contenti; poichè, ſebbene anche malgrado tante cautele poſſa avvenire error d'intelletto in pregiudizio del vero, non v'avrà però fallo, che lo condanni d'ingiuſto: tanto più che nelle quiſtioni tutte, che non ammettono nè dimoſtrazioni geometriche, nè oſſervazioni, o ſperienze fiſiche, nè evidenza metafiſica, ſuole impacciarſi l'opinione, e alzar tribunale, e decidere d'ogni affare. Or queſta è sì varia, sì eterogenea, sì bizzarra, e ſtrana, che appena ſi può figurare moſtro compoſto di maggiori contraddizioni. Sull'iſteſſo argomento che contrarietà di ſentimenti, d' avviſi, di deciſioni non s'odono mai ogni giorno? Gli Elementi, che entrano nella geneſi dell'opinione, ſon tanti e di ſpezie, e di carattere, e d'indole, e di forma, e di direzioni, che pochiſſime rieſcono parallele, anzi la maggior parte divergono; e ſe s'uniſcono, ſolo egli è per interſecarſi, e viepiù romperſi, e divenir divergenti. Ognuno ha nell' celabro le ſue idee, le ſue maſſime, i ſuoi ſiſtemi, e principj, che lo dirigono, determinano, e fiſſano; e ciò, ch'è il maſſimo de' mali, ſoventemente una ſegreta, e

non

non avvertita paſſione gli affaſcina l'intelletto, e a quella parte lo torce, che lo ſolletica, e a riflettere a quelle ſole ragioni l'induce, che il luſingano, diſtraendolo dalle contrarie. Da ciò ne ſegue, che rimanendo l'obbietto da una ſola parte, per dir così, illuminato, e dall'altra abbandonato all'oſcuro, ed al bujo, l'impreſſione ſi genera da un ſolo lato, e queſta ſola concorre a formar il giudizio, e a terminare la cauſa. Ma io avanti di por fine a queſta introduzione, vorrei pure ingegnarmi di non laſciare mal contento veruno, nè chi ſi duole del poco, nè chi lamentaſi del ſoverchio: vorrei acchetare e chi mal ſoffre ciò, che s'è ommeſſo, e chi riprende ciò, che s'è aggiunto. Io non ho in pronto altro che il ſeguente partito: chi vi ritrova in queſt' Opera del ſuperfluo, s'aſtenga dal leggerlo: ciò per lui avrà ragione d'ommeſſo: a chi all'oppoſito ſembra ſprovveduta del neceſſario, o utile, ſi prenda la briga di continuare i volumi della preſente Raccolta finchè gli piace: così ci divideremo inſieme queſta, qualunque ella ſiaſi, immagine, e idolo di gloria: io avrò quella d'aver dato principio, egli l'altra d'aver dato fine, e perfezione a una coſa, ch'era il voto di tutti, e dovea eſſere l'eſecuzione di pochi.

INDICE

Di ciò, che si contiene nel primo Volume.

Ris.

Digitized by Google

Digitized by Google



DELLA MISURA DELL' ACQUE CORRENTI DI D. BENEDETTO CASTELLI MONACO CASSINENSE.



Uale, e quanta ſia la grandezza della conſiderazione del moto nelle coſe naturali, è così manifeſto, che il Principe de' Peripatetici pronunziò quella nelle ſue ſcuole oramai trita ſentenza: *ignorato motu, ignoratur natura*. Quindi è, che tanto ſi ſono affaticati i veri Filoſofi nella contemplazione dei moti celeſti, e nella ſpeculazione dei moti degli animali, che ſono arrivati a maraviglioſa altezza, e ſottigliezza d'intendimenti. Viene compreſo ſotto la medeſima ſcienza del moto tutto quello, che ſi ſcrive da' Meccanici delle macchine ſemoventi, delle macchine ſpiritali, e di quelle, che ſervono per muovere con poca forza peſi, e moli immenſe. Appartiene alla cognizione del moto tutto quello, che è ſtato ſcritto delle alterazioni non ſolo de' corpi, ma delle noſtre menti ſteſſe; e in ſomma tanto ſi di-

Digitized by Google

si dilata, ed estende quest'ampla materia del moto, che poche cose sono quelle, che caggiono sotto la cognizione dell'uomo, che col movimento non siano congiunte, o almeno da esso dipendenti, ovvero alla scienza di quello indirizzate; e quasi di tutte sono stati fatti, e scritti da sublimi ingegni dotti tratti, e insegnamenti. E perchè agli anni passati io ebbi occasione per ordine di N. S. PAPA URBANO OTTAVO di applicare il pensiero al movimento dell'acque de' fiumi (materia difficile, importantissima, e poco maneggiata da altri), avendo intorno a quella scoperti alcuni particolari non bene avvertiti, nè considerati finora, ma di gran momento alle cose pubbliche, e private, ho giudicato ben fatto di pubblicarli, acciò i maggiori ingegni abbiano occasione di trattare con più esattezza di quello, che è stato fatto finora, questa tanto necessaria, ed utile materia, e supplire ancora a' mancamenti miei in questo breve, e difficile Trattato. Difficile, dico, perchè la verità è, che queste notizie, ancorchè di cose prossime a' nostri sensi, sono talvolta più astruse, e recondite, che le cognizioni delle lontane; e molto meglio, e con maggiore esquisitezza si conoscono i movimenti de' Pianeti, e periodi delle Stelle, che quelli de' fiumi, e de' mari, come saviamente avvertisce il singolar lume della filosofia ne' nostri tempi, e mio Maestro, il Sig. Galileo Galilei nel suo Libro, che fa delle macchie solari. E per procedere col dovuto ordine nelle scienze, prenderò alcune supposizioni, e notizie assai chiare, dalle quali anderò poi deducendo le conclusioni principali. Ma acciocchè quello, che nel fine di questo discorso è stato da me con metodo dimostrativo, e geometrico scritto, possa essere inteso ancora da quelli, che non hanno mai applicato il pensiero agli studj di Geometria, mi sono sforzato esplicar il mio concetto con un esempio, e con la considerazione delle cose stesse naturali per lo medesimo ordine appunto, con il quale io cominciai a dubitare intorno a questa materia. E questo particolare Trattato viene da me posto quì nel principio, avvertendo però, che chi desidera più piena, ed assoluta saldezza di ragioni, può trapassare questo discorso di proemio, e considerare solo quanto si tratta nelle dimostrazioni poste verso il fine, e ritornare poi alla considerazione delle cose raccolte nei Corollarj, e nelle Appendici; le quali dimostrazioni però potranno essere tralasciate da chi non avesse veduti almeno i sei

primi

primi libri degli Elementi d'Euclide, purchè attentamente, e diligentemente intenda quanto segue.

Dico dunque, che avendo io ne' tempi andati con diverse occasioni sentito parlare delle misure dell'acque de' fiumi, e delle fontane, con dire il tal fiume è due mila, o tre mila piedi d'acqua; la tale acqua di fonte è venti, trenta, o quarant'once, ec., ancorchè in sì fatta guisa io sentissi trattare da tutti e in voce, e in iscrittura, senza varietà, e come si suol dire, *constanti sermone*, insino da' Periti stessi, ed Ingegneri, quasi che fosse cosa, che non potesse aver dubbio alcuno; in ogni modo io rimaneva sempre involto in una caligine tale, che conosceva benissimo di non intender niente affatto di quello, che altri pretendeva pienamente, e francamente d'intendere. Ed il mio dubbio nasceva dall'avere frequentemente osservati molti fossi, e canali, che portano acque per far macinare molini, ne' quali fossi, e canali venendo misurata l'acqua, si trovava assai grossa; ma se era poi misurata la medesima acqua nella cascata, che fa per rivoltar la ruota del molino, era assai minore, non arrivando bene spesso alla decima, nè talvolta alla ventesima parte, in modo tale, che la stessa acqua corrente veniva ad essere ora più, ora meno di misura in diverse parti del suo alveo: e pertanto questa maniera volgare di misurare le acque correnti, come indeterminata, e vaga, mi cominciò meritamente ad essere sospetta, dovendo la misura essere determinata, ed una. E quì confesso liberamente di aver avuto singolare ajuto per risolvere questa difficoltà dall'esquisita, e sottilissima maniera di discorrere, come in tutte le altre materie, così ancora in questa, dell'Illustrissimo, e Reverendissimo Monsignor Ciampoli, Segretario de' Brevi Segreti di Nostro Signore, il quale di più non perdonando alla spesa stessa, generosamente mi diede occasione agli anni passati di tentare con esatte esperienze quanto passava intorno a questo particolare. E per esplicare con esempio più vivamente il tutto; intendasi un vaso pieno d'acqua, come sarebbe una botte, la quale si mantenga piena, ancorchè di continuo esca fuori acqua, ed esca l'acqua per due cannelle eguali d'ampiezza, una posta nella parte inferiore del vaso, e l'altra nella parte superiore; è manifesto, che nel tempo, nel quale dalla parte superiore uscirà una determinata misura d'acqua, dalla

Digitized by Google

parte inferiore usciranno quattro, cinque, e assai più delle medesime misure, secondo che sarà maggiore la differenza dell'altezza delle cannelle, e la lontananza della superiore cannella dalla superficie, e livello dell'acqua del vaso; e tutto questo seguirà sempre, ancorchè, come si è detto, le cannelle sieno eguali, e l'acqua nell'uscire mantenga sempre piene ambedue le medesime cannelle. Dove prima notisi, che, ancorchè la misura delle cannelle sia eguale, in ogni modo esce da loro, e passa ineguale quantità di acqua in tempi eguali. E se noi più attentamente considereremo questo negozio, ritroveremo, che l'acqua per la cannella inferiore corre, e passa con assai maggior velocità di quello che fa per la superiore, qual si sia la cagione. Se dunque vorremo, che tanta copia d'acqua esca dalla parte superiore, quanto dalla parte inferiore in tempi eguali, chi non vede, che bisognerà ovvero moltiplicare le cannelle nella parte superiore, in modo che tante più cannelle in numero si mettano di sopra, che di sotto, quanto la cannella di sotto sarà più veloce di quella di sopra; ovvero fare tanto più grande la cannella di sopra, che quella di sotto, quanto quella di sotto sarà più veloce di quella di sopra? E così allora in tempi eguali uscirà tanta copia d'acqua dalla parte superiore, quanto dalla parte inferiore.

Mi dichiaro con un altro esempio. Se noi c'immagineremo, che vengano cavate da due fori eguali due corde eguali, ma che la prima esca con quadrupla velocità della seconda, è manifesto, che se in un determinato tempo avremo dal primo foro cavate quattro canne di corda, nel medesimo tempo si sarà cavata dall'altro foro una canna di corda solamente: e se dal primo foro ne saranno cavate dodici canne, allora dal secondo foro saranno uscite solamente tre canne; e in somma qual proporzione avrà la velocità alla velocità, tale avrà la quantità della corda alla corda. E però volendo noi compensare la tardità della seconda corda, e mantenendo la stessa tardità, cavare dal secondo foro tanta corda, quanto dal primo foro, sarà necessario, che si faccia passare pel secondo foro quattro capi di corda, in modo che la grossezza di tutte le corde pel secondo foro alla grossezza della corda, che passa sola per il primo foro, abbia la medesima proporzione, che ha reciprocamente la velocità della corda per il primo foro alla velocità delle corde pel secondo foro. E così è chiaro, che

quan-

quando si cavasse da due fori eguale quantità di corde in tempi eguali, ma con ineguali velocità, sarebbe necessario, che la grossezza di tutte le corde più tarde alla grossezza della corda più veloce avesse la medesima proporzione, che ha reciprocamente la velocità della corda più veloce alla velocità delle più tarde: la qual cosa si verifica per l'appunto nell' elemento fluido dell' acqua.

Ed affinchè sia ben inteso questo fondamento principalissimo, voglio ancora notare una certa osservazione fatta da me nell' arte del filare l'oro, l'argento, il rame, ed il ferro stesso, ed è questa, che simili artefici volendo più, e più assottigliare i suddetti metalli, avendo involto intorno a un rocchetto il filo del metallo, accomodano il rocchetto sopra una tavola in un perno fermo, in modo che il rocchetto possa girare in se stesso, poi facendo passare a forza un capo del filo per una piastra di acciaro trasforata con diversi fori maggiori, e minori, secondo il bisogno, e fermando il detto capo del filo ad un altro rocchetto, c' involgono il filo, il quale passando per un foro minore della grossezza del filo, viene per forza necessitato ad assottigliarsi. Ora quello, che si dee considerare attentamente in questo fatto, è, che le parti del filo avanti al foro sono di una tale grossezza; ma le parti del medesimo filo passato il foro sono di minore grossezza, e in ogni modo la mole, ed il peso del filo, che si svolge, è sempre eguale alla mole, ed al peso del filo, che s' involge. Ma se noi considereremo bene il negozio, ritroveremo, che quanto il filo avanti il foro è più grosso del filo passato il foro, tanto reciprocamente le parti del filo passato il foro sono costituite in maggiore velocità delle parti avanti il foro: di modo che, se v. g. la grossezza del filo avanti il foro fosse doppia della grossezza dopo il foro, in tal caso la velocità delle parti del filo dopo il foro sarebbe doppia della velocità delle parti del filo avanti il foro, e così la grossezza viene a compensare la velocità, e scambievolmente la velocità compensa la grossezza. Di modo che intravviene il medesimo ai solidissimi metalli dell' oro, dell' argento, rame, ferro ec., che accade ancora al fluido elemento dell' acqua, ed agli altri liquidi, cioè, che qual proporzione ha la grossezza del metallo, ovvero dell' acqua alla grossezza, tale ha reciprocamente la velocità alla velocità.

E pertanto, stante questo discorso, potremo dire, che ogni volta che

Digitized by Google

due cannelle con diversa velocità getteranno quantità d' acqua eguale in tempi eguali, sarà necessario, che la cannella meno veloce sia tanto maggiore, e più ampla della cannella più veloce, quanto la più veloce supera di velocità la meno veloce; e per pronunziare la proposizione in termini più propj, diremo, che se due cannelle d'ineguale velocità scaricheranno in tempi eguali eguale quantità d'acqua, la grandezza della prima alla grandezza della seconda avrà scambievole, e reciproca proporzione della velocità della seconda alla velocità della prima: come per esempio, se la prima cannella sarà veloce dieci volte più della seconda, sarà necessario, che la seconda sia dieci volte più grande, ed ampla della prima; e in tal caso le cannelle scaricheranno sempre eguale quantità d' acqua in tempi eguali: e questo è punto principale, ed importantissimo, che si deve tenere sempre in mente, perchè da esso bene inteso dipendono molte cose utilissime, e degne d'essere conosciute.

Ora applicando tutto quello, che si è detto, più al proposito nostro, considerato, che essendo verissimo, che in diverse parti del medesimo fiume, o alveo di acqua corrente sempre passano eguali quantità d' acqua in tempi eguali (la qual cosa è dimostrata ancora nella prima nostra proposizione) ed essendo ancora vero, che in diverse parti il medesimo fiume può avere varie, e diverse velocità, ne seguirà per necessaria conseguenza, che dove avrà il fiume minore velocità, sarà di maggior misura, ed in quelle parti, nelle quali avrà maggior velocità, sarà di minor misura, ed in somma le velocità di diverse parti dell'istesso fiume avranno eternamente reciproca, e scambievole proporzione con le loro misure. Stabilito bene questo principio, e fondamento, che l'istess'acqua corrente va mutando la misura secondo che varia la velocità, cioè minuendo la misura, mentre cresce la velocità, e crescendo la misura, quando scema la velocità, passo alla considerazione di diversi particolari accidenti in questa materia maravigliosi, e tutti dipendenti da questa sola proposizione, la forza della quale ho replicata più volte, acciò sia bene intesa.

COROL-

COROLLARIO I.

E Prima da questo si conchiude, che le medesime piene di un torrente, cioè quelle piene, che portano eguale quantità di acqua in tempi eguali, non fanno le medesime altezze, o misure nel fiume, nel quale entrano, se non quando nell'entrare nel fiume acquistano, o per dir meglio, conservano la medesima velocità; perchè se le velocità acquistate nel fiume saranno diverse, ancora le misure saranno diverse, ed in conseguenza le altezze, come si è dimostrato.

COROLLARIO II.

E Perchè di mano in mano che il fiume si ritrova più, e più pieno, viene ancora per ordinario ad esser costituito in maggiore, e maggiore velocità; di quì è, che le medesime piene del torrente, che entra nel fiume, fanno minori, e minori altezze, quanto il fiume si ritrova più, e più pieno; poichè ancora l'acque del torrente, entrate che sono nel fiume, vanno acquistando maggiori, e maggiori velocità, e però scemano di misura, e di altezza.

COROLLARIO III.

OSservasi ancora, che mentre il fiume principale è basso, sopravvenendo una ancorchè debole pioggia, fa subito notabile crescimento, e alzamento; ma quando il fiume è di già ingrossato, ancorchè di nuovo gli sopravvenga gagliarda pioggia, in ogni modo non cresce tanto, quanto aveva fatto sul principio, e proporzionatamente alla pioggia, che è sopraggiunta: la qual cosa noi possiamo dire, che particolarmente dipende, perchè nel primo caso, mentre il fiume è basso, si ritrova ancora assai tardo, e però la poca acqua, che ci entra, cammina, e passa con poca velocità, e in conseguenza occupa gran misura: ma quando il fiume è di già ingrossato per nuova acqua, essendo ancora fatto più veloce, fa, che la gran copia d'acqua, che sopravviene, tenga minor misura, e non faccia tant' altezza.

COROL-

Digitized by Google

COROLLARIO IV.

DAlle cose dimostrate è manifesto ancora, che mentre un torrente entra in un fiume in tempo che il fiume sia basso, allora il torrente si muove con una tal velocità, qual si sia, passando per le ultime sue parti, con le quali comunica col fiume; nelle quali parti, misurato il torrente, avrà una tal misura; ma crescendo, ed alzandosi il fiume, ancora le medesime parti del torrente vengono a crescere di grandezza, e misura, ancorchè il torrente in quel punto non metta più acqua di quello che faceva prima: talchè cresciuto che sarà il fiume, avremo da considerare due bocche del medesimo torrente; una minore avanti l' alzamento, l' altra maggiore dopo l' alzamento, le quali bocche scaricano eguale copia d' acqua in tempi eguali: adunque la velocità per la minore bocca sarà maggiore che la velocità per la bocca maggiore, e così il torrente sarà ritardato dal suo corso ordinario.

COROLLARIO V.

DAlla quale operazione della natura procede un altro effetto degno di considerazione, ed è, che ritardandosi il corso dell' acqua, come si è detto, in quelle ultime parti del torrente, se accaderà, che il torrente venga torbido, e che la sua acqua sia ritardata a segno, che non possa portar via quelle minutissime particelle terrestri, che compongono la torbidezza; in tal caso il torrente deporrà la torbida, e rialzerà il fondo del proprio alveo nelle ultime parti della sua foce; il qual rialzamento, e posatura sarà poi di nuovo portata via, quando abbassandosi il fiume, il torrente ritornerà a muoversi con la sua primiera velocità.

COROL-

Digitized by Google

COROLLARIO VI.

MEntre si è dimostrato, che la stessa acqua corrente ha diverse misure nel suo alveo, secondo che ha varie le velocità, in modo che sempre è maggiore la misura dell' acqua dove è minore la velocità, e per lo contrario minore la misura ov' è maggiore la velocità; di quì possiamo noi elegantemente rendere la ragione del trito proverbio: guardati dall' acque chete: imperocchè se noi considereremo la medesima acqua di un fiume in quelle parti, nelle quali è men veloce, e però vien detta acqua cheta, sarà per necessità di maggior misura, che in quelle parti, nelle quali è più veloce, e perciò d'ordinario sarà ancora più profonda, e pericolosa a' passeggeri; onde ben si dice: guardati dall' acque chete; e questo detto è stato poi trasferito alle cose morali.

COROLLARIO VII.

SImilmente dalle cose dimostrate si può concludere, che i venti, che imboccano un fiume, e spirando contro la corrente, ritardano il suo corso, e la sua velocità ordinaria, necessariamente ancora amplieranno la misura del medesimo fiume, ed in conseguenza saranno in gran parte cagioni, o vogliamo dire concagioni potenti a fare le straordinarie inondazioni, che sogliono fare i fiumi. Ed è cosa sicurissima, che ogni volta che un gagliardo, e continuato vento spirasse contro la corrente d' un fiume, e riducesse l' acqua del fiume a tanta tardità di moto, che nel tempo, nel quale faceva prima cinque miglia, non ne facesse se non uno, quel tal fiume crescerebbe cinque volte più di misura, ancorchè non gli sopraggiungesse altra copia d' acqua; la qual cosa ha del maraviglioso sì, ma è verissima; imperocchè qual proporzione ha la velocità dell' acqua avanti il vento alla velocità dopo il vento, tale ha la misura della medesima acqua reciprocamente dopo il vento alla misura avanti il vento; e perchè si suppone nel caso nostro, che la velocità sia scemata cinque volte più, adunque la misura sarà cresciuta cinque volte più di quello che era prima.

COROL.

COROLLARIO VIII.

Abbiamo ancora probabile la cagione dell' inondazioni del Tevere, che feguirono in Roma al tempo di Aleffandro Sefto, e di Clemente Settimo, le quali inondazioni vennero in tempo fereno, e fenza notabile disfacimento di nevi; che però diedero che dire affai agl' ingegni di quei tempi. Ma noi poffiamo con molta probabilità affermare, che il fiume arrivaffe a tanta altezza, ed efcrefcenza per lo ritardamento dell' acque, dipendente dai gagliardiffimi, e continuati venti, che fpirarono in quei tempi, come viene notato nelle memorie.

COROLLARIO IX.

Essendo manifeftiffimo, che per la gran copia d' acqua poffono crefcere i torrenti, e quefti fare rialzare per fe foli eforbitantemente il fiume, ed avendo noi dimoftrato, che ancora fenza nuova acqua, ma folo col ritardamento notabile il fiume ingroffa, e crefce tanto più di mifura, quanto fcema la velocità; di quì è manifesto, che effendo ciafcheduna di quefte cagioni potente per fe fteffa, e feparatamente a far crefcere il fiume, quando veniffe il cafo, che tutte due le cagioni cofpiraffero infieme all' augumento del fiume, in tal cafo feguiranno grandiffime, ed irreparabili inondazioni.

COROLLARIO X.

Da quanto fi è dimoftrato fi può ancora facilmente rifolvere la difficoltà, che ha travagliato, e travaglia tuttavia i più diligenti, ma poco avveduti offervatori de' fiumi, i quali mifurando i fiumi, e torrenti, ch' entrano in un altro fiume, come farebbe quelli, che entrano in Po, ovvero quelli, che entrano in Tevere, ed avendo raccolte le fomme di quefte mifure, e conferendo le mifure dei fiumi, e torrentì, che entrano nel Tevere, con la mifura del Tevere, e le mifure di quelli, che entrano in Po, con la mifura del Po, non le ritrovano eguali, come pare

a lo-

Digitized by Google

a loro, che debbano essere, e questo perchè non hanno mai avvertito bene al punto importantissimo della variazione della velocità, e come sia potentissima cagione ad alterare maravigliosamente le misure dell' acque correnti: ma noi risolvendo facilissimamente il dubbio, possiamo dire, che queste acque scemano la misura, entrate che sono nel fiume principale, perchè crescono di velocità.

COROLLARIO XI.

PEr non intendere la forza della velocità dell' acqua nell' alterare la sua misura, e farla maggiore, quando scema la velocità, e minore, quando cresce la velocità, l' Architetto Giovanni Fontana si ridusse a misurare, e far misurare da un suo Nipote tutti i fossi, e fiumi, i quali scaricarono le loro acque nel Tevere al tempo dell' inondazione, che seguì in Roma l' anno 1598., e ne stampò un libretto, nel quale, raccolte le misure dell' acqua straordinaria, che entrò nel Tevere, ei fece conto, che fosse cinquecento canne in circa più dell' ordinario; e nel fine di quel trattato conclude, che a levare affatto a Roma l' inondazione, sarebbe necessario fare due altri alvei eguali a quello di presente, e che nè meno basterebbe: e ritrovando poi, che tutta la piena passò sotto il Ponte Quattro Capi (il vano del quale è di molto minor misura delle cinquecento canne) conclude, che sotto il detto Ponte passarono cento cinquantuna canna di acqua premuta (ho posto il termine preciso di acqua premuta scritto dal Fontana) dove io noto diversi errori.

Il primo de' quali è pensare, che le misure di quell' acqua prese negli alvei di quei fossi, e fiumi, dovessero mantenersi le medesime nel Tevere; la qual cosa, con sua pace, è falsissima, ogni volta che quell' acque ridotte nel Tevere non conservassero la medesima velocità, che avevano nel luogo, nel quale il Fontana, e suo Nipote le misurò: e tutto questo è manifesto dalle cose, che noi abbiamo esplicate di sopra; imperocchè, se l' acque ridotte nel Tevere crescono di velocità, scemano di misura, e se scemano di velocità, crescono di misura.

Secondariamente considero, che le misure di quei fossi, o fiumi, che entrarono nel Tevere al tempo dell' inondazione, non sono le medesime

desime fra di loro realmente, ogni volta che le loro velocità non siano eguali, ancorchè abbiano i medesimi nomi di canne, e palmi; imperocchè può essere, che una bocca di dieci canne riquadrate (per parlare al modo del Fontana) di uno di questi fossi portasse nel Tevere al tempo dell' inondazione quattro, dieci, e venti volte meno acqua di quello che portò un' altra bocca eguale alla prima di grandezza: il che sarebbe seguito, quando la prima bocca fosse stata quattro, dieci, o venti volte meno veloce della seconda. Laonde, mentre il Fontana raccoglie le canne, e palmi delle misure di quei fossi, e fiumi in una somma, commette l' istesso errore, che farebbe quello, che raccogliesse in una somma diverse monete di varie valute, e di diversi paesi, ma che avessero il medesimo nome: come sarebbe il dire, che dieci scudi di moneta Romana, quattro scudi d'oro, tredici scudi di Firenze, cinque scudi Veneziani, e otto scudi Mantovani facessero la somma di quaranta scudi d' oro, ovvero quaranta scudi Mantovani.

Terzo, poteva essere il caso, che qualche fiume, o fosso, nelle parti più verso Roma, in quel tempo della piena, non mettesse più acqua del suo ordinario; ed in ogni modo chiara cosa è, che, mentre la piena veniva dalle parti superiori, quel tal fosso, o fiume sarebbe cresciuto di misura nel modo notato da noi al Corollario quarto, di maniera tale, che il Fontana avrebbe incolpato, e notato quel tal fiume, o fosso come complice dell'inondazione, ancorchè ne fosse innocentissimo.

Di più nel quarto luogo notisi, che poteva nascer caso, che quel tal fiume non solo non fosse colpevole dell' inondazione, ancorchè cresciuto di misura, ma poteva dico avvenir caso, che fosse benemerito di avere scemata l'inondazione col crescere di misura nel proprio alveo; la qual cosa è assai evidente, imperocchè dato il caso, che quel fiume nel tempo della piena non avesse avuto per se medesimo, e dalle proprie origini più acqua dell'ordinario, è cosa certa, che crescendo, ed alzandosi l' acqua del Tevere, ancora quel tal fiume per livellarsi con l' acqua del Tevere avrebbe ritenute delle proprie acque nel proprio alveo, senza scaricarle nel Tevere, ovvero ne avrebbe ingurgitate, e bevute, per dir così, di quelle del Tevere; ed in tal maniera al tempo dell' inondazione minor copia d' acqua sarebbe venuta in Roma, ed in ogni modo la misura di quel fiume sarebbe cresciuta.

Quinto,

Digitized by Google

Quinto, s'inganna il Fontana, quando conclude, che per levare l' inondazione da Roma, sarebbe necessario fare due altri alvei di fiume, che fossero larghi quanto quello, che è di presente, e che nè meno basterebbe: dico, che s'inganna, e per convincerlo facilmente del suo errore, basta dire, essendo passata tutta la piena sotto Ponte Quattro Capi, come egli medesimo attesta, basterebbe un alveo solo capace quanto è il detto Ponte, ogni volta che l'acqua vi corresse con la stessa velocità, come fece sotto il Ponte al tempo dell'inondazione; ed all' incontro non basterebbero venti alvei della capacità del presente, quando l'acqua vi corresse con minore velocità di quello che fece al tempo dell' inondazione venti volte.

Sesto, a me pare gran debolezza il dire, che passasse sotto il Ponte Quattro Capi cento cinquantuna canna di acqua premuta: imperciocchè non intendo, che l'acqua sia come la bambagia, o lana, le quali materie si possono premere, e calcare, come intravviene ancora all'aria, la quale riceve compressione in modo, che dopo che in qualche determinato luogo sarà ridotta nella sua naturale costituzione una quantità d' aria, ed avrà occupato tutto il detto luogo, in ogni modo con forza, e violenza, comprimendo la prima aria, si riduce in assai minor luogo, e vi si metterà quattro, e sei volte altrettanta aria di prima, come si vede per esperienza nell' Archibugio a vento, inventato a' nostri tempi da M. Vincenzo Vincenti Urbinate; la quale condizione dell' aria di poter essere condensata si vede ancora nelle Fontane portatili del medesimo M. Vincenzo; le quali fontane schizzano in alto l' acqua a forza di aria compressa, la quale mentre cerca ridursi alla sua naturale costituzione, nel dilatarsi fa quella violenza. Ma l' acqua non si può giammai, che io sappia, calcare, o premere in modo, che se avanti la compressione tiene, ed occupa un luogo, stando nella sua naturale costituzione, non credo, dico, che sia possibile, premendola, e calcandola, farla occupare minor luogo, perchè se si potesse comprimere l' acqua, e farle occupare minor luogo, ne seguirebbe, che due vasi di eguali misure, ma di ineguali altezze, fossero d' ineguali capacità, e verrebbe a capire più acqua quello, che fosse più alto; anzi un cilindro, o altro vaso più alto, che largo, capirebbe maggior quantità d' acqua stando eretto, che

stando

ftando disteso, perchè stando eretto, l'acqua postavi dentro verrebbe ad essere più premuta, e calcata.

E però nel caso nostro, conforme ai nostri principj, diremo, che l'acqua di quella piena passò tutta sotto il nominato Ponte di Quattro Capi, perchè, essendo ivi velocissima, in conseguenza doveva essere di minor misura.

Vedasi pertanto in quanti errori si casca per l'ignoranza di un vero, e reale fondamento, il quale poi conosciuto, e bene inteso, leva via ogni caligine di dubbio, e risolve facilissimamente tutte le difficoltà.

COROLLARIO XII.

PEr la medesima inavvertenza di non tener conto della variazione della velocità nell' istessa acqua corrente, si commettono bene spesso dagl' Ingegneri, e Periti errori di gran momento (e ne potrei addurre esempj; ma per degni rispetti li trapasso in silenzio) quando pensano, e propongono, con derivare canali nuovi da fiumi grossi, scemare la misura dell' acqua nel fiume, e scemarla proporzionatamente secondo la misura dell' acqua, che fanno passare per lo canale; come facendo v. gr. un canale largo cinquanta piedi, nel quale abbia da scorrere l' acqua derivata alta dieci piedi, pensano di scemare la misura dell' acqua nel fiume cinquecento piedi; la qual cosa poi non riesce in fatto, e la ragione è in pronto, imperocchè derivato che è il canale, il rimanente del fiume principale scema di velocità, e però ritiene maggior misura di quello che faceva prima avanti la derivazione del canale; e di più se il canale derivato che sarà, non conserverà la medesima velocità, che aveva prima nel fiume principale, ma la scemerà, sarà necessario, che abbia maggior misura di quello che aveva prima nel fiume; e però a far bene il conto, non sarà derivata nel canale tanta copia d' acqua, che faccia scemare il fiume, quanta è la misura dell' acqua nel canale, come si pretendeva.

COROL-

COROLLARIO XIII.

Questa medesima considerazione mi dà occasione di scoprire un comunissimo errore, osservato da me nel negozio dell'acque di Ferrara, quando fui in quelle parti al servizio dell'Illustrissimo, e Reverendissimo Monsignor Corsini, il sublime ingegno del quale mi è stato di grandissimo ajuto in queste contemplazioni. E' ben vero, che sono stato assai perplesso, se doveva mettere in carta questo punto, o pure trapassarlo in silenzio, perchè ho sempre dubitato, che l'opinione comune, e confermata di più con una apparentissima esperienza, potesse non solo far reputare questo mio pensiero lontano dal vero, ma discreditare ancora appresso il Mondo il restante di questa mia scrittura; tuttavia ho finalmente deliberato di non mancare a me stesso, ed alla verità in materia per se medesima, e per altre conseguenze importantissima, nè mi pare, che convenga in materie difficili, come sono queste, che abbiamo per le mani, rimettersi all'opinione comune, poichè sarebbe gran meraviglia, se la moltitudine in tali casi si opponesse al vero, nè dovrebbe essere tenuta cosa difficile, nella quale ancora l'ignorantissimo volgo conoscesse il vero, ed il buono; oltre che spero ancora di dichiarare il tutto in modo, che le persone di saldo giudizio resteranno persuase a pieno, purchè tengano bene in mente il fondamento principale di tutto questo Trattato; e benchè quello, che io proporrò, sia un particolare, come ho detto, appartenente solo agl'interessi di Ferrara, tuttavia da questa dottrina particolare bene intesa si potrà fare buon giudizio di altri simili casi in universale.

Dico dunque per maggiore intelligenza, e chiarezza del tutto, che sopra Ferrara tredici miglia in circa, vicino alla Stellata, diramandosi il Po grande in due parti, con un suo ramo viene alla volta di Ferrara, ritenendo il nome di Po di Ferrara, e quì di nuovo si parte in due altri rami, e quello, che continua alla destra, si chiama il Po di Argenta, e di Primaro, e quello alla sinistra Po di Volana. Ma per esser già il letto del Po di Ferrara rialzato, ne segue, che resta privo affatto dell'acque del Po grande, eccetto nei tempi delle sue maggiori escre-

scenze,

Digitized by Google

ſcenze, che in tal caſo, eſſendo queſto Po di Ferrara inteſtato con un argine vicino al Bondeno, verrebbe pure a reſtare ancora nelle eſcreſcenze del Po grande libero dalle ſue acque. Ma ſogliono i Signori Ferrareſi in tempo che il Po minaccia di rompere, tagliare quella incaſtratura, per il quale taglio ſgorga tanta furia d'acqua, che ſi è oſſervato, che il Po grande, in iſpazio di alcune poche ore, ſcema di altezza un piede in circa, e da tale eſperienza moſſi tutti quelli, con i quali io ho trattato finora di queſte materie, penſano, che ſia di grandiſſimo benefizio, ed utile mantener pronto queſto sfogo, e ſervirſi di eſſo in tempo delle piene. E veramente conſiderata la coſa ſemplicemente, e nella prima apparenza, pare, che non ſi poſſa dubitare in contrario: maſſime che molti più ſottilmente eſaminando il fatto, miſurano quel corpo di acqua, che ſcorre per lo canale, o alveo del Po di Ferrara, e fanno conto, che il corpo dell'acqua del Po grande ſia ſcemato tanto, quanto è il corpo dell'acqua, che ſcorre pel Po di Ferrara. Ma ſe noi riterremo bene in mente quanto ſi è detto in principio del trattato, e quanto importi la varietà delle velocità della medeſima acqua, e quanto ſia neceſſaria la cognizione di eſſe per concludere la vera quantità dell'acqua corrente, ritroveremo manifeſtamente, che il benefizio di queſto sfogo è aſſai minore di quello che univerſalmente ſi penſa; e di più ritroveremo, ſe non m'inganno, che ne ſeguono tanti danni, che io inclinerei grandemente a credere, che tornaſſe più il conto ſerrarlo affatto, che mantenerlo: tuttavia non mi ritrovo tanto affezionato alla mia opinione, che non ſia pronto a mutar ſentenza alla forza di ragioni migliori, maſſime di chi avrà prima bene inteſo il principio di queſta mia ſcrittura; la qual coſa replico frequentemente, perchè è aſſolutamente impoſſibile ſenza queſto avvertimento trattare di queſte materie, e non commettere graviſſimi errori.

Metto dunque in conſiderazione, che, ancorchè ſia vero, che mentre le acque del Po grande ſi ritrovano nelle maggiori altezze, allora tagliato l'argine, e inteſtatura del Po di Ferrara, ed avendo le acque ſuperiori grandiſſima caſcata nell'alveo di Ferrara, vi precipitano con grandiſſimo impeto, e velocità, e con la medeſima nel principio, o poco minore corrono verſo il Po di Volana, e d'Argenta alla marina; tutta-

via

Digitized by Google

via dopo lo spazio di alcune poche ore, riempito ch'è il Po di Ferrara, e non ritrovandovi più le acque superiori tanto declive, quanto ebbero al principio del taglio, non vi sgorgano con la velocità di prima, anzi con assai minore, e per tanto molto minore copia d'acqua comincia a uscire dal Po grande; e se noi con diligenza facessimo comparazione della velocità dell'acqua al principio del taglio con la velocità dell'acqua dopo il taglio, e quando il Po di Ferrara sarà di già ripieno d'acqua, ritroveremmo forse essere quella quindici, o venti volte maggiore di questa, ed in conseguenza l'acqua, che uscirà dal Po grande, passato quel primo impeto, sarà solo la quindicesima, o ventesima parte di quella, che usciva nel principio, e però le acque del Po grande ritorneranno in poco tempo quasi alla primiera altezza. E quì voglio pregare quelli, che non restassero totalmente appagati di quanto si è detto, che per amore della verità a benefizio universale si vogliano compiacere di fare diligente osservazione, quando in tempo di piene grandi si taglia il nominato argine, o intestatura al Bondeno, e che in poche ore le acque del Po grande scemano, come si è detto, di altezza un piede in circa, si compiacciano, dico, di osservare, se passato un giorno, o due l'acqua nel Po grande ritorna quasi alla sua altezza di prima; perchè quando questo seguisse, resterebbe assai chiaro, che l'utile, che risulta da questo sfogo, non è tanto grande, quanto universalmente si presume. Dico, che non è tanto, quanto si presume, perchè ancorchè si conceda per vero, che le acque del Po grande scemino di altezza sul principio dello sfogo, tuttavia questo benefizio viene ad essere temporaneo, e per poche ore. Se le piene del Po, ed i pericoli di rompere fossero di breve durazione, come d'ordinario intravviene nelle piene dei torrenti, in tal caso l'utile dello sfogo sarebbe di qualche stima: ma perchè le piene del Po durano per trenta, e talvolta quaranta giorni, però il guadagno, che risulta dallo sfogo, viene ad essere di poca considerazione. Restanci ora da considerare i danni notabili, che seguono dal medesimo sfogo; acciò fatta riflessione, e bilanciando l'utile, e il danno, si possa rettamente giudicare, ed eleggere il miglior partito. Il primo pregiudizio dunque, che nasce da questo sfogo è, che riempiendosi di acqua gli alvei di Ferrara, Primaro, e Volana, si

mettono in servitù di guardia, ed in pericolo tutte quelle riviere dal Bondeno fino alla marina. Secondariamente, avendo le acque del Po di Primaro libero l'ingresso nelle valli superiori, le riempiono con gravi danni delle campagne adjacenti, ed impediscono gli scoli ordinarj nelle medesime valli, in modo che resterebbe ancora vana, e frustatoria tutta la diligenza, spesa, e fatica, che si facesse dalla bonificazione, per tener libere le valli superiori dall'acque. Terzo, considero, che essendo incamminate queste acque pel Po di Ferrara all'ingiù verso la marina in tempo, che il Po grande si ritrova nelle sue maggiori escrescenze, ed altezze, è manifesto per esperienza, che quando il Po grande scema, allora queste acque incamminate per il Po di Ferrara cominciano a ritardarsi nel loro corso, e finalmente si conducono a rivoltar la corrente all'insù verso alla Stellata, restando prima nel tempo intermedio quasi ferme, e stagnanti; e però deponendo la torbidezza, riempiono il letto del fiume, ed alveo di Ferrara. Quarto, ed ultimo, segue da questo stesso sfogo un altro notabile danno, ed è simile a quello, che segue dalle rotte, che fanno i fiumi, vicino alle quali rotte nelle parti inferiori, cioè passata la rotta, si genera nell'alveo del fiume un certo dosso, cioè si rialza il fondo del fiume, come è assai manifesto per esperienza; e così in simile maniera appunto tagliandosi l'intestatura al Bondeno, si viene a fare come una rotta, dalla quale ne segue il rialzamento nelle parti inferiori del Po grande passata la foce di Panaro; la qual cosa quanto sia perniciosa, sia giudicato da chi intende queste materie. E pertanto, stante il poco utile, e i tanti danni, che seguono dal mantenersi questo sfogo, crederei, che fosse più sano consiglio tenere perpetuamente salda quella intestatura al Bondeno, o in altra parte opportuna, e non permettere, che l'acque del Po grande venissero per alcun tempo alla volta di Ferrara.

COROL-

COROLLARIO XIV.

NEi fiumi reali, che entrano in mare, come quì in Italia Po, Adige, ed Arno, i quali per le loro escrescenze sono armati di argini, si osserva, che lontano dalla marina hanno bisogno di una notabile altezza di argini, la quale altezza va poi di mano in mano scemando, quanto più si accosta alla marina, in modo tale, che il Po, lontano dal mare cinquanta, ovvero sessanta miglia intorno a Ferrara, avrà più di venti piedi di altezza di argini sopra l'acqua ordinaria; ma lontano dal mare dieci, o dodici miglia solamente, non arrivano gli argini a dodici piedi di altezza sopra la medesima acqua ordinaria, ancorchè la larghezza del fiume sia eguale; talchè l'escrescenza della stessa piena viene ad essere assai maggiore di misura lontano dal mare, che vicino; e pure parrebbe, che passando per tutto la medesima quantità d'acqua, dovesse il fiume aver bisogno della medesima altezza d'argini in tutti i luoghi. Ma noi con i nostri principj, e fondamenti possiamo rendere la ragione di tale effetto, e dire, che quell'eccesso di quantità d'acqua sopra l'acqua ordinaria va sempre acquistando maggior velocità, quanto più si accosta alla marina, e però scema di misura, ed in conseguenza di altezza. E questa forse deve essere stata la cagione in gran parte, per la quale il Tevere nella inondazione del 1598. non uscì dal suo letto di sotto Roma verso la marina.

COROLLARIO XV.

DAlla medesima dottrina si rende ragione chiarissima, perchè le acque cadenti si vanno assottigliando nelle loro cascate, di modo che la medesima acqua cadente misurata al principio della cascata è maggiore, e grossa, e poi va di mano in mano scemando di misura, quanto più si discosta dal principio della caduta. Il che non dipende da altro che dall'acquisto, che va facendo di maggiore velocità, essendo notissima conclusione appresso i Filosofi, che i corpi gravi cadenti quanto più si scostano dal principio del loro movimento, tan-

Digitized by Google

to più acquiſtano di velocità, e perciò l'acqua, come corpo grave, cadendo, ſi va velocitando, e però ſcema di miſura, e ſi raſſottiglia.

COROLLARIO XVI.

E Per lo contrario gli zampilli dell'acqua, che ſchizzano in alto, fanno contrario effetto, cioè nel principio ſono ſottili, e poi ſi ſanno maggiori, e groſſi, e la ragione è manifeſtiſſima; perciocchè nel principio ſono aſſai veloci, e poi vanno allentando l'impeto loro, e movimento, ſicchè nel principio all'uſcire che fanno, debbono eſſere ſottili, e poi ingroſſarſi, come in effetto ſi vede.

APPENDICE I.

NEll'errore di non conſiderare quanto le velocità diverſe della medeſima acqua fluente in diverſe parti del ſuo alveo ſiano potenti a mutare la miſura della medeſima acqua, e farla ora maggiore, ora minore, credo, ſe non m'inganno, che poſſa eſſer incorſo Giulio Frontino nobile ſcrittore antico nel 2. libro, che fa degli acquedotti della Città di Roma; mentre ritrovando la miſura dell'acqua *in commentariis* minore di quello che era *in erogatione* 1263. quinarie, pensò, che tanta varietà procedeſſe dalla negligenza de' miſuratori; e quando poi con propria induſtria miſurò la medeſima acqua a' principj degli acquedotti, ritrovandola maggiore 10000. quinarie in circa di quello che era *in commentariis*, giudicò, che l'eceſſo foſſe uſurpato da' miniſtri, e da' partecipanti; la qual coſa poteva eſſere in parte, perchè pur troppo è vero, che il Pubblico quaſi ſempre è ingannato; con tutto ciò io penſo ancora aſſolutamente, che oltre le fraudi di quegli Uffiziali, le velocità dell'acqua nei luoghi, ne' quali Frontino la miſurò, poteſſero eſſere diverſe da quelle velocità, che ſi ritrovavano negli altri luoghi miſurati da altri per avanti, e perciò le miſure dell'acque potevano, anzi dovevano neceſſariamente eſſere diverſe, eſſendo da noi ſtato dimoſtrato, che le miſure della medeſima acqua fluente hanno reciproca proporzione della loro velocità. Il che non conſiderando bene Frontino, e ritrovando l'acqua

in com-

Digitized by Google

in commentariis 12755. quinarie, *in erogatione* 14018., e nella propria misura fatta da se medesimo *ad capita ductuum* 22755. quinarie in circa, pensò, che in tutti questi luoghi passasse diversa quantità d'acqua, cioè maggiore *ad capita ductuum* di quello che era *in erogatione*, e questa giudicò maggiore di quella, che era *in commentariis*.

APPENDICE II.

UN inganno simile seguì modernamente nell' acquedotto dell' Acqua Paola, la quale acqua doveva essere 2000. once, ed effettivamente tanto ne dovevano dare, e ne avevano date i Signori di Bracciano alla Camera Apostolica, e ne fu fatta la misura al principio dell' acquedotto; la qual misura riuscì poi assai minore, e scarsa, considerata, e presa in Roma, e ne seguirono disgusti, e disordini gravi, e tutto perchè non fu penetrata bene questa proprietà dell' acqua corrente di crescere di misura, dove scema la velocità, e di scemare la misura, quando cresce la velocità.

APPENDICE III.

SImile errore mi pare, che abbiano commesso tutti quei Periti, i quali per impedire, che non si divertisse il Reno di Bologna nel Po dalle valli, dove di presente corre, giudicarono, che essendo il Reno nelle sue massime escrescenze 2000. piedi in circa, ed essendo il Po largo 1000. piedi in circa, giudicarono, dico, che mettendosi il Reno in Po, avrebbe alzata l' acqua del Po due piedi, dal quale alzamento concludevano poi disordini esorbitantissimi ovvero di straordinarie inondazioni, ovvero di spese immense, ed intollerabili a' popoli in rialzare gli argini al Po, e del Reno; e con simili debolezze si perturbano vanamente bene spesso le menti degl' interessati. Ma ora dalle cose dimostrate è manifesto, che la misura del Reno in Reno sarebbe diversa dalla misura del Reno in Po, ogni volta che sarà diversa la velocità del Reno in Po dalla velocità del Reno in Reno, come più esattamente si determina nella quarta Proposizione.

Digitized by Google

APPENDICE IV.

Non meno ancora si sono ingannati quegl' Ingegneri, e Periti, che hanno affermato, che mettendosi il Reno in Po, non sarebbe alzamento nessuno di acqua in Po: perchè la verità è, che mettendosi il Reno in Po, sarebbe sempre alzamento, ma alle volte maggiore, alle volte minore, secondo che ritroverà con maggiore, e con minore corrente il Po: di modo che quando il Po sarà costituito in gran velocità, pochissimo sarà l' alzamento, e quando il medesimo Po sarà tardo nel suo corso, allora l' alzamento sarà notabile.

APPENDICE V.

E Quì non sarà fuori di proposito avvertire, che le misure, partimenti, e distribuzioni dell' acque di fonte non si potranno mai fare giustamente, se non si considererà ancora, oltre la misura, la velocità dell' acqua; il qual punto non essendo stato pienamente avvertito, è cagione di continui incomodi in simili negozj.

APPENDICE VI.

Simile considerazione si dee fare con tanto maggior diligenza, quanto l' errare viene ad essere di maggior pregiudizio; dico, che si dee fare da quelli, che partiscono, e dividono l' acque, che servono per adacquare le campagne, come si fa ne' territorj Bresciano, Bergamasco, Cremasco, Pavese, Lodigiano, Cremonese, ed altri luoghi: imperocchè se non si avrà riguardo al punto importantissimo della variazione della velocità dell' acqua, ma solo alla semplice misura volgare, ne seguiranno sempre disordini, e pregiudizj grandissimi agl' interessati.

APPEN-

Digitized by Google

APPENDICE VII.

PAre, che si possa osservare, che mentre l'acqua scorre per un alveo, canale, o condotto, venga ritardata, trattenuta, ed impedita la sua velocità dal toccamento, che fa con la ripa, o sponda del canale, o alveo, la quale, come immobile, non secondando il moto dell'acqua, interrompe la sua velocità: dalla qual cosa, essendo vera, come credo sia verissima, e dalle nostre considerazioni abbiamo occasione di scoprire un sottilissimo inganno, nel quale cascano ordinariamente quelli, che dividono le acque di fonte, la qual divisione suole esser fatta, per quanto ho veduto quì in Roma, in due maniere; la prima delle quali è con le misure di figure simili, come sarebbero cerchj, o quadrati, avendo in una piastra di metallo traforati diversi cerchj, o quadrati, uno di mezz'oncia, un altro di un'oncia, uno di due, di tre, di quattro, &c., con i quali aggiustano poi le fistole per dispensare le acque: l'altra maniera di dividere le acque di fonte è con parallelogrammi rettangoli della stessa altezza, ma di diverse basi, in modo similmente, che un parallelogrammo sia di mezz'oncia, l'altro di una, di due, di tre, &c. Nelle quali maniere di misurare, e dividere l'acqua è paruto, che essendo poste le fistole a un istesso piano egualmente distante dal livello, o superficie superiore dell'acqua del bottino, ed essendo le dette misure esattissimamente fatte, debba in conseguenza ancora l'acqua essere partita, e divisa proporzionatamente con le misure. Ma se noi considereremo bene il tutto, ritroveremo, che le fistole di mano in mano che sono maggiori, scaricano sempre più acqua del giusto in comparazione delle minori, cioè per parlare più propriamente, l'acqua, che passa per la maggior fistola, a quella, che passa per la minore, ha sempre maggior proporzione che la fistola maggiore alla fistola minore. Dichiaro il tutto con un esempio. Intendansi, per più facile cognizione, due quadrati (il medesimo si può intendere de' cerchj, e delle altre figure simili fra di loro) il primo quadrato sia v. gr. quadruplo dell'altro,

e siano

e siano questi quadrati (*a*) bocche di due fistole, una di quattro once, l'altra di una; è manifesto dalle cose dette, che l'acqua, che passa per la minore fistola, ritrova impedita la sua velocità nella circonferenza della fistola, il qual impedimento vien misurato dalla stessa circonferenza. Ora si consideri, che se noi volessimo, che l'acqua, che passa per la maggior fistola, fosse solamente quadrupla di quella, che passa per la minore in tempi eguali, sarebbe necessario, che non solo il vano, e la misura della fistola maggiore fosse quadrupla della fistola minore, ma fosse ancora quadruplicato l'impedimento. Ora nel caso nostro è vero, che è quadruplicato il vano, e la bocca della fistola, non è già quadruplicato l'impedimento, anzi è solamente duplicato, mentre la circonferenza del quadrato maggiore è solamente dupla della circonferenza del quadrato minore; imperocchè la circonferenza maggiore contiene otto di quelle parti, delle quali la minore ne contiene quattro, come è manifesto nelle descritte figure; e pertanto passerà per la fistola maggiore più del quadruplo dell'acqua, che passa per la fistola minore.

Simile inganno cade ancora nell'altra maniera di misurare l'acqua di fonte, come facilmente si può comprendere dalle cose dette, e osservate di sopra.

APPENDICE VIII.

LA medesima contemplazione scuopre l'errore di quegli Architetti, i quali dovendo fabbricare un ponte di più archi sopra di un fiume, considerano la larghezza ordinaria del fiume, la quale essendo v. gr. quaranta canne, e dovendo il ponte essere di quattro archi, basta a loro, che la larghezza di tutti quattro gli archi, insieme presa, sia quaranta canne, non considerando, che nell'alveo ordinario del fiume l'acqua ha due soli impedimenti, che ritardano la sua velocità, cioè il toccamento, ed il radere le due ripe, o sponde del fiume; ma la medesima acqua nel passare sotto il ponte nel caso nostro ritrova otto dei medesimi impedimenti, urtando, e radendo due sponde per arco (trapasso

(*a*) *Fig. I. Tav. I.*

paſſo l'impedimento del fondo, perchè viene ad eſſere il medeſimo nel fiume, e ſotto il Ponte) dalla quale inavvertenza ſeguono talvolta diſordini grandiſſimi, come la pratica quotidiana ci moſtra.

APPENDICE IX.

E' Degno ancora da conſiderarſi l'utile grande, e maraviglioſo, che ricevono quelle campagne, le quali ſogliono ſcolare le acque piovane difficilmente per l'altezza delle acque ne' foſſi principali, nel qual caſo vengono da' diligenti contadini tagliate le erbe, e canne nei foſſi, per i quali paſſano le acque: dove ſi vede in un ſubito, tagliate che ſono le erbe, e canne, abbaſſarſi notabilmente il livello dell'acqua nei foſſi, in modo tale, che ſi è oſſervato talvolta, che l'acqua è ſcemata dopo il predetto taglio un terzo, e più di quello che era avanti il taglio. Il qual effetto pare poſſa dipendere, perchè prima quelle piante occupaſſero luogo nel foſſo, e perciò l'acqua reſtaſſe più alta di livello, e tagliate, e levate poi le medeſime piante, l'acqua veniſſe ad abbaſſarſi, occupando il luogo, che prima era occupato dalle piante; il qual penſiero ancorchè probabile, ed a primo aſpetto appariſca ſoddisfare, non è però ſufficiente a rendere la ragione totalmente di quel notabile abbaſſamento, che ſi è detto; ma è neceſſario ricorrere alla conſiderazione noſtra della velocità nel corſo dell'acqua, principaliſſima, e vera cagione della variazione della miſura della ſteſs' acqua corrente; imperocchè quella moltitudine di piante, o d' erbe, o di cannuccie ſparſe per la corrente del foſſo, viene a ritardare notabilmente il corſo dell'acqua, e però la miſura dell' acqua creſce, e levati quegl'impedimenti la ſteſs' acqua acquiſta velocità, e però ſcema di miſura, e in conſeguenza di altezza.

E forſe queſto punto bene avvertito potrebbe eſſere di grandiſſimo giovamento alle campagne adjacenti alle paludi Pontine; e non ho dubbio, che ſe ſi manteneſſe ben purgato dall'erbe il fiume Ninfa, e gli altri foſſi principali di quei territorj, reſterebbero le loro acque più baſſe di livello, ed in conſeguenza gli ſcoli dei campi vi precipiterebbero dentro più prontamente, dovendoſi ſempre ritenere per indubitato, che la

miſu-

Digitized by Google

misura dell'acqua avanti il taglio ha alla misura dopo il taglio la medesima proporzione, che la velocità dopo il taglio alla velocità avanti il taglio; e perchè tagliate le dette piante cresce notabilmente il corso dell' acqua, però è necessario, che la medesima acqua scemi di misura, e resti più bassa.

APPENDICE X.

AVendo noi di sopra notati alcuni errori, che si commettono nel distribuire le acque di fonte, e quelle, che servono per adacquare le campagne, pare sia necessario, per dar fine a questo discorso, avvertire in che modo si possono fare queste divisioni giustamente, e senza errore. In due maniere dunque crederei, che esquisitamente si potessero dividere l'acque di fonte: la prima sarebbe con esaminare prima diligentemente quanta copia d' acqua scarica tutta la fontana in un determinato tempo; come sarebbe quanti barili, ovvero botti ne porta in un determinato tempo, e quando poi si ha da distribuire l' acqua, distribuirla a ragione di tanti barili, ovvero botti in quel medesimo tempo: ed in tal guisa i participanti avrebbero puntualmente il dovere, nè potrebbe mai venire il caso di dispensare maggior quantità d' acqua, di quello che fosse considerata la fonte principale, come intravvenne a Giulio Frontino, e come tuttavia intravviene bene spesso negli acquedotti moderni con pregiudizio del pubblico, e del privato.

L' altra maniera di partire le medesime acque di fonte, pure assai giusta, e facile, sarebbe con avere una sola misura di fistola, come sarebbe di un' oncia, ovvero di mezza, e quando occorre il caso di dispensare due, tre, e più once, mettansi tante fistole della detta misura, che scarichino l' acqua, che si dee dispensare; e se pure si dee mettere una fistola sola maggiore, dovendola noi mettere, che scarichi per esempio quattro once, ed avendo noi la prima sola misura d' un' oncia, bisognerà fare una fistola più grande bensì della fistola di un' oncia, ma non in quadrupla proporzione semplicemente, perchè scaricherebbe più acqua del giusto, come si è detto di sopra; ma devesi esaminare con diligenza quanta acqua mette la piccola fistola in un' ora, e poi allar-

gare;

gare, e riftringere la fiftola maggiore tanto che fcarichi quattro volte più acqua della minore nello fteffo tempo, ed in quefto modo fi sfuggirà il difordine avvertito nella fettima Appendice. Sarebbe però neceffario accomodare le fiftole del bottino in modo, che fempre il livello dell' acqua del bottino rimanga a un determinato fegno fopra la fiftola; altramente le fiftole getteranno ora maggiore, ora minore copia d' acqua; e perchè può effere, che la fteffa acqua di fonte alle volte fia più abbondante, alle volte meno, in tal cafo farebbe bene aggiuftare il bottino in modo, che l' eccefſo fopra l' acqua ordinaria traboccaffe nelle fontane pubbliche, acciò i particolari participanti aveffero fempre la fteffa copia d' acque.

APPENDICE XI.

Assai più difficile è la divifione dell' acque, che fervono per adacquare le campagne, non potendofi tanto comodamente offervare quanta copia d' acqua trasfonda tutto il foffo in un determinato tempo, come fi può fare nelle fontane: tuttavia fe farà bene intefa la feconda propofizione da noi più abbaffo dimoftrata, fe ne potrà cavare un modo affai ficuro, e giufto, per diftribuire fimili acque. La propofizione dunque da noi dimoftrata è tale. Se faranno due fezioni (cioè due bocche di fiumi) la quantità dell' acqua, che paffa per la prima, a quella, che paffa per la feconda, ha la proporzione compofta delle proporzioni della prima fezione alla feconda, e della velocità per la prima alla velocità per la feconda; come per efempio dichiaro in grazia della pratica, acciò poffa effere intefo da tutti in materia tanto importante.

Siano due bocche di fiumi A, e B, (*a*) e fia la bocca A di mifura, e vano trentadue palmi, e la bocca B fia otto palmi. Quì bifogna avvertire, che non è fempre vero, che l' acqua, che paffa per A, a quella, che paffa per B, abbia la proporzione, che ha la bocca A alla bocca B, fe non in cafo che le velocità per l' ifteffe bocche foffero eguali; ma fe le velocità faranno difeguali, può effere, che le dette bocche mettano

B 4 egua-

(*a*) *Fig. 2. Tavola I.*

Digitized by Google

eguale copia d' acqua in tempi eguali, ancorchè ſiano diſeguali le miſure delle bocche, e può eſſer ancora, che la maggiore ſcarichi maggior copia d'acqua: e finalmente potrà eſſere, che la minor bocca ſcarichi più acqua della maggiore; e tutto queſto è manifeſto dalle coſe notate nel principio di queſto diſcorſo, e dalla detta ſeconda propoſizione. Ora noi per eſaminare che proporzione abbia l'acqua, che paſſa per un foſſo, a quella, che paſſa per un altro, acciocchè conoſciuto queſto ſi poſſano poi aggiuſtare le medeſime acque, o bocche de' foſſi, abbiamo da tener conto non ſolo delle bocche dell'acqua, ma della velocità ancora; il che faremo con ritrovare prima due numeri, che abbiano fra di loro la proporzione, che hanno le bocche, quali ſono i numeri 32., e 8. nel caſo noſtro; poi fatto queſto, ſi eſamini la velocità dell' acqua per le Bocche A, e B, (il che ſi potrà fare tenendo conto per quanto ſpazio ſia traſportata dalla corrente una palla di legno, o di altro corpo, che galleggi in un determinato tempo, come ſarebbe v. g. in 50. battute di polſo) e facciaſi poi per la regola aurea, come la velocità per A alla velocità per B, così il numero 8. a un altro numero, il quale ſia 4.; è manifeſto per quanto ſi dimoſtra nella detta ſeconda propoſizione, che la quantità dell'acqua, che paſſa per la bocca A, a quella, che paſſa per la bocca B, avrà la proporzione, che ha 8. a 1., eſſendo tal proporzione compoſta delle proporzioni di 32. a 8., e di 8. a 4., cioè della grandezza della bocca A alla grandezza della bocca B, e della velocità per A alla velocità per B. Fatta queſta conſiderazione, ſi dee poi reſtrìngere la bocca, che ſcarica più acqua del giuſto, ovvero allargare l'altra, che ne ſcarica meno, come tornerà più comodo nella pratica, la quale a chi avrà inteſo queſto poco, che ſi è avvertito, riuſcirà faciliſſima.

AP.

Digitized by Google

APPENDICE XII.

QUeste materie di acque, per quanto fin ora ho in diverse occasioni osservato, si trovano involte in tante difficoltà, e moltiplicità di stravagantissimi accidenti, che non è meraviglia nessuna, se continuamente da molti, ed anco dagl' Ingegneri stessi, e Periti si commettono intorno a quelle gravi, ed importanti errori; e perchè molte volte non solo intaccano gl' interessi pubblici, ma ancora i privati, di quì è, che non solo appartiene a' Periti trattarne, ma bene spesso ognuno del volgo pretende darne il suo giudizio; ed io mi sono abbàttuto più volte, necessitato, a trattare non solo con quelli, che o per pratica, o per istudio particolare intendevano qualche cosa in queste materie; ma ancora con persone ignude affatto di quelle cognizioni, che sono necessarie per potere con fondamento discorrere sopra cotal particolare; e così molte volte ho incontrato più difficoltà nei duri capi degli uomini, che ne' precipitosi torrenti, e vaste paludi. E particolarmente ebbi occasione gli anni passati di andar a vedere la cava, ovvero emissario del lago di Perugia, fatta già da Braccio Fortebraccio molti anni sono; ma per essere poi con grandissimi danni dal tempo stata rovinata, e renduta inutile, fu risarcita con opera veramente eroica, e meravigliosa da Monsignor Maffeo Barberini, allora Prefetto delle strade, ed ora Sommo Pontefice Romano. Ed essendo io necessitato per poter camminare dentro la cava, e per altro, a far serrare le cataratte della detta cava all' imboccatura del lago, non sì tosto le ebbi serrate, che concorrendo una gran moltitudine di gente de' Castelli, e Terre intorno alle riviere del lago, cominciarono a fare doglianze grandi, rappresentando, che tenendosi serrate quelle cataratte, non solo il lago non aveva il suo debito sfogo, ma allagava tutte le riviere del lago con grandissimi danni. E perchè a prima apparenza il loro motivo aveva assai del ragionevole, io mi trovai a mal partito, non vedendo modo di persuadere a tanta moltitudine, che quel pregiudizio, che essi pretendevano, che io facessi loro con tener chiuse le cataratte due giorni, era assolutamente insensibile, e che con tenerle aperte, il lago

non

Digitized by Google

non si sbassava nel medesimo tempo nemmeno quanto era grosso un foglio di carta: però mi convenne valermi di quella autorità, che io teneva, e così seguitai a fare il mio negozio come conveniva, senza riguardo nessuno a quella plebe tumultuariamente ivi radunata. Ora che il mio lavoro si fa non con zappe, e con le pale, ma con la penna, e col discorso, intendo dimostrare chiaramente a quelli, che sono capaci di ragione, e che hanno inteso bene il fondamento di questo mio trattato, che era vanissimo il timore, che quella gente aveva concepito. E però dico, che stando l'emissario, o cava del lago di Perugia nel modo, che si trova di presente, e camminando l'acqua per essa con quella velocità, che cammina; per esaminare quanto può abbassarsi il lago nello spazio di due giorni, dobbiamo considerare che proporzione ha la superficie di tutto il lago alla misura della sezione dell'emissario, e poi inferire, che avrà la medesima proporzione la velocità dell'acqua per l'emissario all'abbassamento del lago; e per istabilir bene, e chiaramente questo discorso, intendo dimostrare la seguente proposizione.

Se sarà un vaso di acqua di qualsivoglia grandezza, e che abbia un emissario, per il quale si scarichi la sua acqua, qual proporzione ha la superficie del vaso alla misura della sezione dell'emissario, tale avrà la velocità dell'acque per l'emissario all'abbassamento del lago. Sia (*a*) il vaso A B C D, H I L B, per il quale si scarichi, e corra l'acqua: la superficie dell'acqua del vaso sia A D, e la sezione dell'emissario sia H L, e si abbassi in un determinato tempo l'acqua nel vaso quanto è la linea A F. Dico, che la proporzione della superficie A D del vaso alla misura della sezione dell'emissario H I è la medesima, che ha la velocità dell'emissario alla linea A F; la qual cosa è manifesta; imperocchè, movendosi l'acqua del vaso per la linea A F fino in F, e scaricandosi tutta la mole d'acqua A G, e nello stesso tempo scaricandosi la medesima copia d'acqua per la sezione dell'emissario H L, è necessario per le cose dimostrate da me alla terza proposizione, ed anco spiegate nel principio del mio Trattato, che la proporzione della velo-

(*a*) *Fig. 3. Tav. I.*

Digitized by Google

velocità per l'emiſſario alla velocità dello sbaſſamento ſia come la ſuperficie del vaſo alla miſura della ſezione dell'emiſſario; che era quello, che ſi doveva dimoſtrare.

Quello, che ſi è dimoſtrato del vaſo, ſegue per appunto ancora nel noſtro lago di Perugia, e ſuo emiſſario; e perchè l'immenſità della ſuperficie del lago alla ſuperficie della ſezione dell'emiſſario ha la proporzione di molti milioni a uno, come facilmente ſi può calcolare, è manifeſto, che tale abbaſſamento ſarà impercettibile, e quaſi nullo nello ſpazio di due giorni, anzi di quattro, o di ſei: e tutto queſto ſarà vero, quando ſi ſupponga, che nel detto tempo non entri nel lago neſſuna altr'acqua nè per foſſi, nè per ſorgenti, le quali ſopravvenendo nel lago, renderebbero ancora minore tale abbaſſamento.

Ora vedaſi quanto ſia neceſſario eſaminare tali abbaſſamenti, ed alzamenti con eſquiſite ragioni, o almeno con accurate eſperienze, avanti che ſi termini, e riſolva coſa neſſuna, e quanto ſia lontano il volgo dal poter rettamente giudicare di ſimili materie.

APPENDICE XIII.

IN maggiore confermazione di tutto queſto, che ho detto, voglio regiſtrare ancora un altro ſimiliſſimo caſo, che pure è occorſo a me ne' tempi paſſati, nel quale per non eſſere inteſo bene al vivo il negozio, erano ſeguiti già molti diſordini e di groſſe ſpeſe, e di conſiderabili danni. Fu già fatto un emiſſario, o vogliamo dire canale per iſcolare le acque, che da' poggi, e fonti, e torrenti caſcano in un lago, affinchè le riviere intorno al lago reſtaſſero libere dall'allagamento dell'acque: ma perchè forſe l'impreſa non fu bene incamminata, è ſeguito, che l'acque delle campagne adjacenti al detto canale non poſſono ſcolare in eſſo, e reſtano allagate; al qual diſordine prontiſſimo rimedio è ſtato uſato, che in tempo opportuno ſi ſerri il canale con alcune cataratte mantenute appoſta per cotal uſo, e così abbaſſandoſi il livello dell'acque nel canale, nello ſpazio di tre, o quattro giorni ſi raſciugano i campi felicemente. Ma dall'altra parte ſi oppongono i padroni intorno alle riviere del lago, dolendoſi amaramente, che mentre ſtanno ſerrate

le cata-

Digitized by Google

le cataratte, ed impedito il corso all'acque del canale, il lago veniva ad inondare le terre delle riviere del lago con grave loro pregiudizio; e così continuando le liti, seguivano doglianze, e male soddisfazioni. Ed essendo io ricercato del mio senso in questa materia, stimai ben fatto (giacchè il punto della controversia era intorno all' abbassamento, ed alzamento del lago) che si misurasse esattamente il detto abbassamento, quando le cataratte stanno aperte, e l'alzamento, quando stanno serrate; e questo dissi, che si sarebbe fatto facilissimamente in tempo che non sopravvenissero acque straordinarie al lago nè di pioggie, nè di altro, e che il lago non venisse conturbato da venti, che caricassero le acque del lago da banda nessuna, con piantare vicino ad un'isoletta, che si ritrova verso mezzo il lago, un forte, e grosso palo, nel quale fossero fatti i segni degli alzamenti, ed abbassamenti della superficie del lago nello spazio di due, o tre giorni. Io allora non mi volli impegnare, nè dire risolutamente il mio senso, potendomi essere da varj accidenti conturbato; ma dissi bene (stante quello, che ho dimostrato, e particolarmente quello, che ho avvertito di sopra intorno al lago di Perugia) che inclinava grandemente a pensare, che questi alzamenti, ed abbassamenti sarebbero riusciti impercettibili, e di niuna considerazione; e però, che, quando l'esperienza avesse avuto il riscontro della ragione, non mi pareva, che tornasse il conto di continuare nelle dispute, ed altercazioni, le quali poi riuscissero, come si suol dire, *de lana caprina*.

Finalmente importando molto la cognizione di quanto può operare una pioggia continua per molti giorni nel rialzare questi laghi, voglio aggiungere quì la copia d'una lettera scritta da me a' giorni passati al Sig. Galileo Galilei primo Filosofo del Serenifs. Gran Duca di Toscana, nella quale spiego un certo mio pensiero in questo proposito; e forse da questa stessa lettera verrà maggiormente confermato quanto ho detto di sopra.

COPIA

COPIA DI LETTERA
AL SIG. GALILEO GALILEI
PRIMO FILOSOFO DEL SERENISSIMO GRAN-DUCA DI TOSCANA.

Molt' Illustre, ed Eccellentissimo Signore.



Er soddisfare a quanto promisi a V. S. molt' Illustre con le passate mie di rappresentarle certa mia considerazione fatta sopra il lago Trasimeno, le dico, che a' giorni passati ritrovandomi in Perugia, dove si celebrava il nostro Capitolo Generale, avendo inteso, che il lago Trasimeno per la gran siccità di molti mesi era abbassato assai, mi venne curiosità di andare a riconoscere occultamente questa novità e per mia particolare soddisfazione, ed anco per poter riferire a' Padroni il tutto con la certezza della visione del luogo. E così giunto all' emissario del lago, ritrovai, che il livello della superficie del lago era sbassato cinque palmi Romani in circa dalla solita sua altezza, in modo che restava più basso della soglia dell' imboccatura dell' emissario quanto è lunga la seguente linea ——————————, e però non usciva dal lago punto di acqua con grandissimo incomodo di tutti i Paesi, e Castelli circonvicini, per rispetto che l' acqua solita uscire dal lago fa macinare 22. macine di mulini, le quali non macinando, necessitavano tutti gli abitatori di quei contorni a camminare lontano una giornata, e più per macinare al Tevere. Ritornato che fui in Perugia, seguì una pioggia non molto grossa, ma continuata assai, ed uniforme, la quale durò per lo spazio di otto ore in circa, e mi venne in pensiero di voler esaminare, stando in Perugia, quanto con quella pioggia poteva essere cresciuto, e rialzato il lago, supponendo (come aveva assai del probabile) che la pioggia fosse universale sopra il lago, ed uniforme a quella, che cadeva in Perugia; e così preso un vaso di vetro di forma cilindrica, alto un

palmo in circa, e largo mezzo palmo, ed avendogli infuso un poco d' acqua, tanto che copriſſe il fondo del vaſo, notai diligentemente il ſegno dell'altezza dell'acqua del vaſo, e poi l'eſpoſi all'aria aperta a ricevere l'acqua della pioggia, che ci caſcava dentro, e lo laſciai ſtare per lo ſpazio d'un'ora, ed avendo oſſervato, che nel detto tempo l'acqua ſi era alzata nel vaſo quanto la ſeguente linea —— conſiderai, che ſe io aveſſi eſpoſti alla medeſima pioggia altri ſimili, ed eguali vaſi, in ciaſcheduno di eſſi ſi ſarebbe rialzata l'acqua ſecondo la medeſima miſura; e pertanto concliuſi, che ancora in tutta l'ampiezza del lago era neceſſario, che l'acqua ſi foſſe rialzata nello ſpazio d'un'ora la medeſima miſura. Quì però mi ſovvennero due difficoltà, che potevano intorbidare, ed alterare un tale effetto, o almeno renderlo inoſſervabile, le quali poi conſiderate bene, e riſolute, mi laſciarono, come dirò più a baſſo, nella concluſione ferma, che il lago doveva eſſere creſciuto nello ſpazio di ott'ore, che era durata la pioggia, otto volte tanto. E mentre io di nuovo, eſponendo il vaſo, ſtava replicando l'operazione, mi ſopravvenne un Ingegnero, per trattar meco di certo intereſſe del noſtro Monaſtero di Perugia, e ragionando con eſſo, gli moſtrai il vaſo dalla fineſtra della mia camera, eſpoſto in un cortile, e gli comunicai la mia fantaſia, narrandogli tutto quello, che io aveva fatto. Allora m'avvidi, che queſto galantuomo formò concetto di me, che io foſſi di aſſai debole cervello; imperocchè ſogghignando diſſe: Padre mio, v'ingannate: io tengo, che il lago per queſta pioggia non ſarà creſciuto nemmeno quant' è groſſo un giulio. Sentendolo pronunziare queſta ſua ſentenza con gran franchezza, e riſoluzione, gli feci iſtanza, che m'aſſegnaſſe qualche ragione del ſuo detto, aſſicurandolo, che io avrei mutato parere alla forza delle ſue ragioni; ed egli mi riſpoſe, che aveva grandiſſima pratica del lago, e che ogni giorno ci ſi trovava ſopra, e che era molto ben ſicuro, che non era creſciuto niente. E facendogli io pure iſtanza, che mi aſſegnaſſe qualche ragione del ſuo parere, mi miſe in conſiderazione la gran ſiccità paſſata, e che quella pioggia era ſtata come un niente per la grand'arſura; alla qual coſa io riſpoſi: Signore, io penſava, che la ſuperficie del lago, ſopra della quale era caſcata la pioggia, foſſe bagnata, e che però non vedeva come la ſiccità ſua, che era nulla, poteſſe

aver

aver sorbito, per così dire, parte nessuna della pioggia. In ogni modo persistendo egli nella sua opinione, senza punto piegarsi per il mio discorso, mi concedè alla fine, (cred'io per farmi favore) che la mia ragione era bella, e buona, ma che in pratica non poteva riuscire. Allora per chiarire il tutto feci chiamar uno, e di lungo lo mandai alla bocca dell'emissario del lago, con ordine, che mi portasse precisamente ragguaglio come si trovava l'acqua del lago in rispetto alla soglia dell' imboccatura. Ora quì, Signor Galileo, non vorrei, che V. S. pensasse, che io m'avessi accomodata la cosa fra le mani per istare sull'onor mio; ma mi creda, (e ci sono testimonj viventi) che ritornato in Perugia la sera il mio mandato, portò relazione, che l'acqua del lago cominciava a scorrere per la cava, e che si trovava alta sopra la soglia quasi un dito; in modo che congiunta questa misura con quella, che misurava prima la bassezza della superficie del lago sotto la soglia avanti la pioggia, si vedeva, che l'alzamento del lago, cagionato dalla pioggia, era stato a capello quelle quattro dita, che io aveva giudicato. Due giorni dopo abbattutomi di nuovo coll'Ingegnero, gli raccontai tutto il fatto, e non seppe che replicarmi.

Le due difficoltà poi, che mi erano sovvenute potenti a conturbarmi la mia conclusione, erano le seguenti. Prima considerai, che poteva essere, che spirando il vento dalla parte dell' emissario alla volta del lago, avrebbe caricata la mole, e la massa dell'acqua del lago verso le riviere opposte, sopra delle quali alzandosi l'acqua, si sarebbe sbassata all' imboccatura dell' emissario, e così sarebbesi oscurata assai l'osservazione. Ma questa difficoltà restò totalmente sopita dalla grande tranquillità dell'aria, che si conservò in quel tempo, perchè non spirava vento da parte nessuna nè mentre pioveva, nemmeno dopo la pioggia.

La seconda difficoltà, che mi metteva in dubbio l'alzamento, era, che avendo io osservato costì in Firenze, ed altrove quei pozzi, che chiamano smaltitoj, ne' quali concorrendo le acque piovane dei cortili, e case, non li possono mai riempire, ma si smaltisce tutta quella copia d'acqua, che sopravviene, per le medesime vene, che somministrano l' acque al pozzo; in modo che quelle vene, che in tempo asciutto mantengono il pozzo, sopravvenendo altra copia d'acqua nel pozzo, la ribevono, e l'ingojano; così ancora un simile effetto poteva seguire nel la-

go, nel quale ritrovandosi (come ha del verisimile) diverse vene, che mantengono il lago, queste stesse vene avrebbero potuto ribevere la sopravvegnente copia d'acqua per la pioggia, e in cotal guisa annichilare l'alzamento, ovvero scemarlo in modo, che si rendesse inosservabile. Ma simile difficoltà risolsi facilissimamente con le considerazioni del mio trattato della misura dell'acque correnti; imperocchè avendo io dimostrato, che l'abbassamento di un lago alla velocità del suo emissario ha reciprocamente la proporzione, che ha la misura della sezione dell' emissario del lago alla misura della superficie del lago; facendo il conto, e calcolo ancora alla grossa, con supporre, che le vene sue fossero assai ample, e che la velocità dell'acqua per esse fosse notabile nel inghiottir l'acqua del lago; in ogni modo ritrovai, che per ingojare la sopravvenuta copia d'acqua per la pioggia, si sarebbero consumate molte settimane, e mesi; di modo che restai sicuro, che sarebbe seguito l'alzamento, come in effetto è seguito.

E perchè diversi di purgato giudizio mi hanno di più posto in dubbio questo alzamento, mettendo in considerazione, che essendo per la gran siccità, che aveva regnato, diseccato il terreno, poteva essere, che quella striscia di terra, che circondava gli orli del lago, ritrovandosi secca, ed assorbendo gran copia d'acqua del crescente lago, non lo lasciasse crescere in altezza; dico pertanto, che se noi considereremo bene questo dubbio, che viene proposto, nella medesima considerazione lo ritroveremo risoluto; imperocchè concedasi, che quella striscia di spiaggia di terreno, che verrà occupata dalla crescenza del lago, sia un braccio di larghezza intorno intorno al lago, e che per essere secca s'inzuppi d'acqua, e però questa porzione d'acqua non cooperi all'altezza del lago: conviene altresì in ogni modo, che noi consideriamo, che essendo il circuito dell'acqua del lago trenta miglia, come si tiene comunemente, cioè novantamila braccia Fiorentine di circuito, e pertanto ammettendo per vero, che ciaschedun braccio di questa striscia beva due boccali d'acqua, e che di più per l'allagamento suo ne ricerchi tre altri boccali, avremo, che tutta la copia di questa porzione d'acqua, che non viene impiegata nell' alzamento del lago, sarà quattrocento cinquanta mila boccali d'acqua; e ponendo, che il lago sia

fessan-

sessanta miglia riquadrate, tre mila braccia lunghe, troveremo, che per dispensare l' acqua occupata nella striscia intorno al lago sopra la superficie totale del lago, dovrà essere distesa tanto sottile, che un boccale solo d' acqua venga sparso sopra a dieci mila braccia riquadrate di superficie: sottigliezza tale, che bisognerà, che sia molto minore di una soglia d' oro battuto, ed anche minore di quel velo d' acqua, che circonda le bollicine della stessa acqua: e tanto sarebbe quello, che si dovesse detrarre dall' alzamento del lago; ma aggiungasi di più, che nello spazio di un quarto d' ora dal principio della pioggia, tutta quella striscia si viene ad inzuppare della stessa pioggia, in modo che non abbiamo bisogno per bagnarla di impiegarci punto di quell' acqua, che casca nel lago. Oltre che noi non abbiamo posto in conto quella copia d' acqua, che scorre in tempo di pioggie nel lago dalla pendenza dei poggi, e monti, che lo circondano, la quale sarà sufficientissima per supplire a tutto il nostro bisogno; di modo che nè meno per questo si dovrà mettere in dubbio il nostro preteso alzamento. E questo è quanto mi è occorso intorno alla considerazione del lago Trasimeno.

Dopo la quale, forse con qualche temerità inoltrandomi troppo, trapassai ad un' altra contemplazione, la quale voglio rappresentare a V. S., sicuro, che ella la riceverà come fatta da me con quelle cautele, che sono necessarie in simili materie, nelle quali non dobbiamo assicurarci di affermare mai cosa nessuna di nostro capo per certa, ma tutto dobbiamo rimettere alle sane, e sicure deliberazioni di Santa Madre Chiesa, come io rimetto questa mia, e tutte le altre, prontissimo a mutarmi di sentenza, e conformarmi sempre con le deliberazioni de' Superiori. Continuando dunque il mio di sopra spiegato pensiero intorno all' alzamento dell' acqua nel vaso di sopra adoperato, mi venne in mente, che essendo stata la sopra mentovata pioggia assai debole, poteva molto bene intravvenire, che cadesse una pioggia cinquanta, e cento, e mille volte maggiore di questa, e molto maggiore ancora intensivamente (il che sarebbe seguito ogni volta che quelle gocciole cadenti fossero state quattro, o cinque, o dieci volte più grosse di quelle della sopra nominata pioggia, mantenendo il medesimo numero); ed in tal caso è manifesto, che nello spazio d' un' ora si alzerebbe l' acqua nel vaso

 due,

due, e tre braccia, e forse più; e conseguentemente quando seguisse una pioggia simile sopra un lago, ancora quel tal lago si alzerebbe secondo l'istessa misura. E parimente quando una simile pioggia fosse universale intorno a tutto il globo terrestre, necessariamente sarebbe intorno intorno al detto globo, nello spazio d'un'ora, un alzamento di due, e di tre braccia. E perchè abbiamo dalle sacre memorie, cho al tempo del diluvio piovve quaranta giorni, e quaranta notti, cioè per lo spazio di 960. ore, è chiaro, che quando detta pioggia fosse stata grossa dieci volte più della nostra di Perugia, l'alzamento delle acque sopra il globo terrestre sarebbe arrivato, e passato un miglio; oltre che le preminenze de' poggi, e dei monti, che sono sopra la superficie terrestre., concorrerebbero ancor esse a far crescere l'alzamento. E pertanto conchiusi, che l'alzamento dell'acque del diluvio tiene ragionevole convenienza con i discorsi naturali, de' quali so benissimo, che le verità eterne delle divine carte non hanno bisogno; ma in ogni modo mi par degno di considerazione così chiaro riscontro, che ci dà occasione di adorare, ed ammirare le grandezze di Dio nelle grand'opere sue, potendole ancora noi talvolta in qualche modo misurare con le scarse misure nostre.

Moltissime notizie ancora si possono dedurre dalla medesima dottrina, le quali tralascio, perchè ciascheduno da se stesso le potrà facilmente intendere, fermata bene che avrà prima questa massima, che non è possibile pronunziare niente di certo intorno alla quantità dell'acqua corrente, con considerare solo la semplice misura volgare dell'acqua senza la velocità; siccome per lo contrario chi tenesse conto solamente della velocità senza la misura, commetterebbe errori grandissimi; imperocchè trattandosi della misura dell'acqua corrente, è necessario, essendo l'acqua corpo, per formare concetto della sua quantità, considerare in essa tutte tre le dimensioni, cioè larghezza, profondità, e lunghezza: le prime due dimensioni sono osservate da tutti nel modo comune, ed ordinario di misurare le acque correnti; ma viene tralasciata la terza dimensione della lunghezza; e forse tale mancamento è stato commesso per essere riputata la lunghezza dell'acqua corrente in un certo modo infinita, mentre non finisce mai di passare, e come infinita è stata giudicata incom-

com-

Digitized by Google

comprensibile, e tale, che non se ne possa avere determinata notizia; e pertanto non è stato di essa tenuto conto alcuno: ma se noi più attentamente faremo riflessione alla considerazione nostra della velocità dell'acqua, ritroveremo, che tenendosi conto di essa, si tiene conto ancora della lunghezza, conciossiacosachè mentre si dice: la tal acqua di fonte corre con velocità da fare mille, o due mila canne per ora, questo in sostanza non è altro che dire: la tale fontana scarica in un'ora un'acqua di mille, o due mila canne di lunghezza. Sicchè sebbene la lunghezza totale dell'acqua corrente è incomprensibile, come infinita, si rende però intelligibile a parte a parte nella sua velocità. E tanto basti per ora di aver avvertito intorno a questa materia, con isperanza di spiegare in altr'occasione altri particolari più reconditi nel medesimo proposito.



Digitized by Google

DIMOSTRAZIONI GEOMETRICHE

DELLA MISURA DELL' ACQUE CORRENTI

DI

D. BENEDETTO CASTELLI

MONACO CASSINENSE, E MATEMATICO

DI PAPA URBANO VIII.



SUPPOSIZIONE I.

Intendasi, che le sponde de' fiumi, de' quali si parla, sieno erette al piano della superficie superiore del fiume.

SUPPOSIZIONE II.

Intendasi il piano del fondo del fiume, del quale si tratta, essere retto alle sponde del fiume.

SUPPOSIZIONE III.

Intendasi trattarsi de' fiumi, mentre sono bassi, in quello stato di bassezza, ovvero mentre sono alti in quello stato di altezza, e non nel transito dalla bassezza all' altezza, ovvero dall' altezza alla bassezza.

DICHIARAZIONE DE' TERMINI.

PRIMO.

Se un fiume sarà segato da un piano retto alla superficie dell' acqua del fiume, ed alle sponde del fiume, quel piano segante chiamisi sezione del fiume; e questa sezione per le suppofizioni di sopra sarà parallelogrammo rettangolo.

SE-

Digitized by Google

SECONDO.

Sezioni egualmente veloci si diranno quelle, per le quali l'acqua corre con eguale velocità; e più veloce, o men veloce si dirà quella sezione di un'altra, per la quale l'acqua corre con maggiore, o minore velocità.

PRONUNZIATO I.

Le sezioni eguali, ed egualmente veloci scaricano quantità d'acqua eguale in tempi eguali.

PRONUNZIATO II.

Le sezioni egualmente veloci, e che scaricano quantità d'acqua eguale in tempi eguali, saranno eguali.

PRONUNZIATO III.

Le sezioni eguali, che scaricano eguale quantità d'acqua in tempi eguali, saranno egualmente veloci.

PRONUNZIATO IV.

Quando le sezioni sono ineguali, ma egualmente veloci, la quantità dell'acqua, che passa per la prima sezione, alla quantità, che passa per la seconda, avrà la medesima proporzione, che la prima sezione alla seconda sezione; il che è manifesto; perchè essendo la stessa velocità, la differenza dell'acqua, che passa, sarà secondo la differenza delle sezioni.

PRONUNZIATO V.

Se le sezioni saranno eguali, e d'ineguale velocità, la quantità dell'acqua, che passa per la prima, a quella, che passa per la seconda, avrà la medesima proporzione, che ha la velocità della prima sezione alla velocità della seconda sezione; il che pure è manifesto; perchè essendo eguali le sezioni, la differenza dell'acqua, che passa, dipende dalla velocità.

DO-

DOMANDA.

Data una Sezione di fiume, che ce ne possiamo immaginare un'altra eguale alla detta di diversa larghezza, ed altezza, ed anco velocità.

PROPOSIZIONE I.

Le sezioni del medesimo fiume scaricano eguali quantità d'acqua in tempi eguali, ancorchè le sezioni medesime siano disuguali.

Siano due sezioni (*a*) A, e B nel fiume C corrente da A verso B, dico, che scaricheranno eguali quantità d'acqua in tempi eguali, imperocchè, se maggior quantità d'acqua passasse per A di quello che passa per B, ne seguirebbe, che l'acqua nello spazio intermedio del fiume C crescerebbe continuamente; il che è manifestamente falso: ma se più quantità di acqua uscisse per la sezione B di quello che entra per la sezione A, l'acqua nello spazio intermedio C anderebbe continuamente scemando, e si abbasserebbe sempre; il che pure è falso: adunque la quantità dell'acqua, che passa per la sezione B, è eguale alla quantità dell'acqua, che passa per la sezione A; e però le sezioni del medesimo fiume scaricano ec. Il che si doveva dimostrare.

PROPOSIZIONE II.

Se saranno due sezioni di fiumi, la quantità dell'acqua, che passa per la prima, a quella, che passa per la seconda, ha la proporzione composta delle proporzioni della prima sezione alla seconda, e della velocità per la prima alla velocità per la seconda.

Siano due sezioni (*b*) A, e B di due fiumi, dico, che la quantità dell'acqua, che passa per A, a quella, che passa per B, ha la proporzione composta delle proporzioni della prima sezione A alla sezione B, e della velocità per A alla velocità per B. Intendasi una sezione eguale alla sezione A in grandezza, ma di velocità eguale alla sezione B, e sia G, e facciasi come la sezione A alla sezione B, così la linea F alla linea D, e come la velocità per A alla velocità per B, così la

(*a*) *Fig.* 4. *Tav. I.* (*b*) *Fig.* 5. *Tav. I.*

Digitized by Google

la linea D alla linea R. Adunque l'acqua, che passa per A, a quella, che passa per G (per essere le sezioni A, e G di grandezza eguali, ma di velocità diseguali) sarà come la velocità per A alla velocità per G; ma come la velocità per A alla velocità per G, così è la velocità per A alla velocità per B, cioè la linea D alla linea R: adunque la quantità dell'acqua, che passa per A, alla quantità, che passa per G, sarà come la linea D alla linea R; ma la quantità, che passa per G, a quella, che passa per B (per essere le due sezioni G, e B egualmente veloci) sarà come la sezione G alla sezione B, cioè come la sezione A alla sezione B, cioè come la linea F alla linea D: adunque per l'eguale, e perturbata proporzionalità, la quantità dell'acqua, che passa per A, a quella, che passa per B, avrà la medesima proporzione, che ha la linea F alla linea R; ma F a R ha la proporzione composta delle proporzioni di F a D, e di D a R, cioè della sezione A alla sezione B, e della velocità per A alla velocità per B; adunque ancora la quantità d'acqua, che passa per la sezione A, a quella, che passa per la sezione B, avrà la proporzione composta delle proporzioni della sezione A alla sezione B, e della velocità per A alla velocità per B; e però se saranno due sezioni di fiumi, la quantità dell'acqua, che passa per la prima ec. Il che si doveva dimostrare.

COROLLARIO.

IL medesimo segue, ancorchè la quantità dell'acqua, che passa per la sezione A, sia eguale alla quantità dell'acqua, che passa per la sezione B, come è manifesto per la medesima dimostrazione.

PROPOSIZIONE III.

Se saranno due sezioni ineguali, per le quali passino quantità d'acque eguali in tempi eguali, le sezioni hanno fra di loro reciproca proporzione delle loro velocità.

Siano due sezioni ineguali, per le quali passino quantità d'acque eguali in tempi eguali, A (a) la maggiore, e B la minore: dico, che la

(a) *Fig. 6. Tav. I.*

la fezione A alla fezione B avrà la medefima proporzione, che recíprocamente ha la velocità per B alla velocità per A. Imperocchè fia come l'acqua, che paffa per A, a quella, che paffa per B, così la linea E alla linea F; adunque per effere la quantità di acqua, che paffa per A, eguale a quella, che paffa per B, ancora la linea E farà eguale alla linea F. Intendafi di più come la fezione A alla fezione B, così la linea E alla linea G; e perchè la quantità dell'acqua che paffa per la fezione A, a quella, che paffa per la fezione B, ha la proporzione compofta delle proporzioni della fezione A alla fezione B, e della velocità per A alla velocità per B; adunque la linea E alla linea F avrà la proporzione compofta delle medefime proporzioni, cioè della proporzione della fezione A alla fezione B, e della velocità per A alla velocità per B; ma la linea E alla linea G ha la proporzione della fezione A alla fezione B; adunque la proporzione rimanente della linea G alla linea F farà la proporzione della velocità per A alla velocità per B; adunque ancora la linea G alla linea E farà come la velocità per A alla velocità per B, e convertendo la velocità per B alla velocità per A, farà come la linea E alla linea G, cioè come la fezione A alla fezione B, e però fe faranno due fezioni ec., che fi doveva dimoftrare.

COROLLARIO.

DI quì è manifefto, che le fezioni del medefimo fiume (le quali non fono altro che le mifure volgari del fiume) hanno fra di loro reciproca proporzione delle loro velocità; imperocchè nella prima propofizione fi è dimoftrato, che le fezioni del medefimo fiume fcaricano eguali quantità d'acqua in tempi eguali; adunque per quello, che s'è dimoftrato ora, le fezioni del medefimo fiume avranno reciproca proporzione delle loro velocità; e però la medefim'acqua corrente muta la mifura, quando muta la velocità, cioè crefce di mifura, mentre fcema la velocità, e fcema la mifura, quando crefce la velocità.

Dalla qual cofa principalmente dipende tutto quello, che fi è detto di fopra nel difcorfo, e ne' Corollarj, e Appendici notate; e però è punto degno d'effere bene intefo, ed avvertito.

PRO-

PROPOSIZIONE IV.

Se un fiume entrerà in un altro fiume, l'altezza del primo nel proprio alveo all'altezza, che farà nel secondo alveo, ha la proporzione composta delle proporzioni della larghezza dell'alveo del secondo alla larghezza dell'alveo del primo, e della velocità acquistata nell'alveo del secondo a quella, che aveva nel proprio, e primo alveo.

Entri il fiume (*a*) A B, alto quanto A C, e largo quanto C B, cioè con la sezione A C B, entri, dico, in un altro fiume, largo quanto la linea E F, e faccia in esso l'alzamento D E, cioè abbia la sua sezione nel fiume, nel quale è entrato, D E F, dico, che l'altezza A C all'altezza D E ha la proporzione composta delle proporzioni della larghezza E F alla larghezza C B, e della velocità per D F alla velocità per A B. Intendasi una sezione G eguale di velocità alla sezione A B, e di larghezza eguale alla E F, la quale porti una quantità d'acqua eguale a quella, che porta la sezione A B in tempi eguali, ed in conseguenza eguale a quella, che porta la D F; facciasi di più come la larghezza E F alla larghezza C B, così la linea H alla linea I, e come la velocità di D F alla velocità di A B, così la linea I alla linea L; perchè adunque le due sezioni A B, e G sono egualmente veloci, e scaricano eguale quantità d'acqua in tempi eguali, saranno sezioni eguali, e però l'altezza di A B all'altezza di G sarà come la larghezza di G alla larghezza di A B, cioè come E F a C B, cioè come la linea H alla linea I; ma perchè l'acqua, che passa per G, è eguale a quella, che passa per D E F; però la sezione G alla sezione D E F avrà la proporzione reciproca della velocità per D E F alla velocità per G; ma (1) ancora l'altezza di G all'altezza D E è come la sezione G alla sezione D E F; adunque l'altezza di G all'altezza D E è come la velocità per D E F alla velocità per G, cioè come la velocità per D E F alla velocità per A B, cioè finalmente come la linea I alla linea L; adunque per l'eguale proporzione l'altezza di A B, cioè A C all'altezza D E sarà come H ad L, cioè composta delle proporzioni della larghez-

(1) Prop. 1. del 6. d'Eucl.

(*a*) *Fig. 7. Tav. I.*

ghezza E F alla larghezza C B, e della velocità per D F alla velocità per A B; sicchè se un fiume entrerà in un altro fiume ec.; che si doveva dimostrare.

PROPOSIZIONE V.

Se un fiume scaricherà una quantità d' acqua in un tempo, e poi gli sopravverrà una piena, la quantità dell' acqua, che si scarica in altrettanto tempo nella piena, a quella, che si scaricava prima, mentre il fiume era basso, ha la proporzione composta delle proporzioni della velocità della piena alla velocità della prim' acqua, e dell' altezza della piena all' altezza della prim' acqua.

Sia un fiume, il quale mentre è basso, scorra per la sezione A F (a) e poi gli sopravvenga una piena, e scorra per la sezione D F; dico, che la quantità dell' acqua, che si scarica per D F, a quella, che si scaricava per A F, ha la proporzione composta delle proporzioni della velocità per D F alla velocità per A, e dell' altezza D B all' altezza A B; facciasi come la velocità per D F alla velocità per A F, così la linea R alla linea S, e come l' altezza D B all' altezza A B, così la linea S alla linea T, ed intendasi una sezione L N eguale alla D F di altezza, e larghezza, cioè sia L M eguale alla D B, ed M N eguale alla B F; ma sia in velocità eguale alla sezione A F; adunque la quantità d' acqua, che scorre per D F, a quella, che scorre per L N, sarà come la velocità per D F alla velocità per L N, cioè alla velocità per A F; e per essere la linea R alla S come la velocità per D F alla velocità per A F; adunque la quantità, che scorre per D F, a quella, che scorre per L N, avrà la proporzione di R a S; ma la quantità, che scorre per L N, a quella, che scorre per A F (per essere le sezioni egualmente veloci) avrà la proporzione, che ha la sezione L N alla sezione A F, cioè D B a B A, cioè la S alla T; adunque per la egual proporzione la quantità dell' acqua, che scorre per D F, a quella, che scorre per A F, avrà la proporzione di R a T, cioè composta delle proporzioni dell' altezza D B all' altezza A B, e della velocità per D F alla velocità per A F; e però se un fiume scaricherà una quantità ec.; che si doveva dimostrare. AN-

(a) *Fig. 8. Tav. II.*

Digitized by Google

ANNOTAZIONE.

IL medesimo si potrebbe dimostrare per la seconda proposizione di sopra dimostrata, come è manifesto.

PROPOSIZIONE VI.

Se due piene eguali del medesimo torrente entreranno in un fiume in diversi tempi, l'altezze fatte dal torrente nel fiume avranno fra di loro la proporzione reciproca delle velocità acquistate nel fiume.

Siano due piene eguali del medesimo torrente A, e B, (*a*) le quali entrando in un fiume in diversi tempi, facciano le altezze C D, e F G, cioè la piena A faccia l'altezza C D, e la piena B faccia l'altezza F G, cioè siano le loro sezioni nel fiume, nel quale sono entrate, C E, F H; dico, che l'altezza C D all'altezza F G avrà la proporzione reciproca della velocità per F H alla velocità per C E. Imperocchè essendo la quantità di acqua, che passa per A, eguale alla quantità, che passa per B in tempi eguali, ancora la quantità, che passa per C E, sarà eguale a quella, che passa per F H; e però la proporzione, che ha la sezione C E alla sezione F H, sarà la medesima, che della velocità per F H alla velocità per C E; ma la sezione C E alla sezione F H è come C D a F G per essere della stessa larghezza; adunque C D a F G avrà la proporzione reciproca della velocità per F H alla velocità per C E; e però se due piene del medesimo torrente ec.; che si doveva dimostrare.

DEL-

(*a*) *Fig. 9. Tav. II.*

DELLA MISÛRA DELL' ACQUE CORRENTI DI D. BENEDETTO CASTELLI

ABATE DI S. BENEDETTO ALOYSIO, MATEMATICO DI

PAPA URBANO VIII.

E PROFESSORE DELLO STUDIO DI ROMA.

LIBRO SECONDO.



Vendo io nel fine del mio Trattato della miſura dell' acque correnti promeſſo di ſpiegare con altr' occaſione altri particolari più reconditi, e di grandiſſimo momento nell' iſteſſa materia, vengo a ſoddisfare alla promeſſa, coll' occaſione, che io ho avuto l'anno paſſato *1641.*, di proporre il mio penſiero ſopra lo ſtato de' Lagumi di Venezia, negozio veramente importantiſſimo, come che è intereſſe della nobiliſſima, e maravіglioſa Città di Venezia, ed in particolare di tutta l' Italia, anzi di tutta l' Europa, e dell' Aſia, e dell' Africa, e ſi può dire con verità di tutto il Mondo intero. E dovendo camminare coll' ordine neceſſario nelle ſcienze, proporrò prima alcune definizioni di quei termini, de' quali ci dovremo ſervire nel noſtro diſcorſo; e poi poſti alcuni fondamenti, dimoſtreremo alcuni Problemi, e Teoremi neceſſarj per l' intelligenza delle coſe, che ſi dovranno dire; ed altresì col racconto di diverſi caſi ſeguiti moſtreremo colla pratica di quant' utile ſia queſta contemplazione della miſura dell' acque correnti ne' maggiori negozj importanti pubblici, e privati.

DE-

Digitized by Google

DEFINIZIONI.

I. MUoverfi due fiumi con egual velocità fi diranno, quando in tempi eguali paffano fpazj eguali di lunghezza.

II. Muoverfi i fiumi con fimile velocità fi diranno, quando le loro parti proporzionali fi muoveranno fimilmente, cioè le fuperiori alle fuperiori, e l'inferiori alle inferiori; in modo che fe la parte fuperiore d'un fiume farà più veloce della parte fuperiore d'un altro, ancora la parte inferiore del primo farà più veloce della parte fua corrifpondente del fecondo proporzionatamente.

III. Mifurare un fiume, ovvero un'acqua corrente, appreffo di noi fi dirà inveftigare quante determinate mifure, ovvero pefi d'acqua in un dato tempo paffino per il fiume, ovvero alveo dell'acqua, che fi deve mifurare.

IV. Se farà fatta una macchina di fabbrica, o di pietra, o di legno, compofta in modo, che due lati di effa macchina fiano collocati ad angoli retti all'eftremità d'un terzo lato, il quale fia affettato nel fondo del fiume parallelo all'orizzonte, in modo che tutta l'acqua, che corre per il detto fiume, paffi per quefta macchina, e venendo divertita tutta l'acqua, che fcorre per il detto fiume, rimanga fcoperta, e afciutta affatto la fuperficie fuperiore di quel terzo lato pofto nel fondo, e non vi refti fopra l'acqua morta; quefta tal macchina farà da noi chiamata Regolatore; quel terzo lato della macchina, che fta orizzontalmente, fi chiama fondo del Regolatore, e gli altri due lati fi chiameranno fponde del Regolatore, come fi vede nella figura; (*a*) A B C D farà il Regolatore; B C il fondo; e gli altri due lati lati A B, C D fono le due fponde.

V. Altezza viva del fiume fi dirà la perpendicolare dalla fuperficie fuperiore del fiume fino alla fuperficie fuperiore del fondo del Regolatore, come nella medefima figura la linea G H.

VI. Se s'intenderà fegnata l'acqua d'un fiume per tre lati d'un Regolatore, quel parallelogrammo rettangolo comprefo dalle fponde del Regolatore, ed il fondo, e dalla fuperficie dell'acqua, fi chiama fezione del fiume.

(*a*) *Fig.* 10. *Tav. II.*

Digitized by Google

ANNOTAZIONE.

QUì è da notare, che il fiume medefimo può avere varie, e diverfe altezze, e in diverfe parti del fuo alveo, per le varie velocità dell'acqua, e fue mifure, come fi è dimoftrato nel primo Libro.

SUPPOSIZIONE.

I. SI fuppone, che i fiumi eguali di larghezza, ed altezza viva, che abbiano la medefima inclinazione di letto, debbano ancora avere eguali velocità; levati però gl'impedimenti accidentali, fparfi per il corfo dell'acqua, e aftraendo ancora dai venti efterni, i quali poffono velocitare, e ritardare il corfo dell'acqua del fiume.

II. Supponiamo ancora, che fe faranno due fiumi di letti eguali di larghezza, e della medefima inclinazione, ma d'altezze vive difeguali, debbano muoverfi con fimili velocità, conforme al fenfo efplicato nella feconda definizione.

III. Perchè frequentemente occorrerà mifurare efattamente il tempo ne' Problemi feguenti, noi fupponiamo per efquifito modo di mifurare il tempo, quello, che mi fu moftrato molt'anni fono dal Sig. Galileo Galilei, il quale è come fegue.

Debbefi prendere un filo lungo tre piedi Romani, a capo del quale fia appefa una palla di piombo di due, o tre once in circa, e tenendola fopra l'altro eftremo, fi rimuova il piombino dal fuo perpendicolo un palmo, o più, o meno, e fi lafci andar libero, che farà molte andate, e ritornate, paffando, e ripaffando il perpendicolo, avanti che in effo fi fermi. Ora occorrendo mifurare il tempo, che fi confuma in qualunque operazione, fi debbono mifurare quelle vibrazioni, che fi fanno, mentre dura l'opera, e faranno tanti minuti fecondi d'ora, quando però il filo fia lungo tre piedi Romani; ma ne' fili più corti le vibrazioni fono più frequenti, e ne' fili più lunghi fono meno frequenti; e tutto quefto fegue fempre o fia il piombo rimoffo dal fuo perpendicolo molto, o poco, o fia maggiore, o minore il pefo del piombo.

Prefuppofte quefte cofe, paffiamo ad alcuni Problemi faciliffimi, dai quali verremo alle cognizioni, e queftioni più fottili, e curiofe, che

Digitized by Google

che riuſciranno ancora utili, e non diſprezzabili in queſta materia d' acque.

PROPOSIZIONE I. PROBLEMA I.

DAto un canale d'acqua corrente, la larghezza del quale paſſando per un regolatore, ſia di tre palmi, e di altezza un palmo, poco più, o meno, miſurare che acqua paſſi per il regolatore in un dato tempo. Primo ſi dovrà inteſtare il canale, ſicchè non reſti punto d'acqua per l'inteſtatura; poi ſi dovranno mettere nella ripa del canale nelle parti ſopra il regolatore tre, o quattro, o cinque canne ritorte, o ſifoni, ſecondo la quantità dell'acqua, che ſcorre per il canale, in modo che bevano, o cavino fuor del canale tutta l'acqua, che porta il canale (ed allora ſi conoſcerà, che li ſifoni ingojano tutta l'acqua, quando vedremo, che l'acqua all'inteſtatura non ſi alza più, nè ſi sbaſſa, ma ſi mantiene ſempre nell'iſteſſo livello). Preparate queſte coſe, prendendo l'iſtrumento da miſurare il tempo, eſamineremo la quantità dell'acqua, che eſce da uno di quei ſifoni nello ſpazio di 20. vibrazioni, ed il ſimile faremo ad uno ad uno degli altri ſifoni, e poi raccolta tutta la ſomma, diremo, che tanta è l'acqua, che corre, e paſſa per il regolatore, ovvero canale (levata che ſia l'inteſtatura) nello ſpazio di 20. minuti ſecondi d'ora, e calcolando facilmente ſi ridurrà ad ore, giorni, meſi, ed anni; e mi è riuſcito miſurare in queſto modo acque di mulini, e fontane, e mi ſono aſſicurato bene della giuſtezza, con replicar più volte l'opera medeſima.

CONSIDERAZIONE.

E Queſto modo dovrebbe eſſere adoperato per miſurare le acque, che ſi debbono incondottare, e condurre nelle Città, e ne' Caſtelli per fontane, e per poterle poi dividere, e diſtribuire a' particolari giuſtamente, che ſi leverebbero infinite liti, e controverſie, che ogni giorno vengono in queſte materie.

[PR]OPOSIZIONE II. PROBLEMA II.

SE un fiume movendosi con una tal velocità per un suo regolatore, avrà una data altezza viva, e poi per nuova acqua crescerà il doppio, crescerà ancora il doppio di velocità.

Sia l'altezza viva d'un fiume nel regolatore (*a*) A B C D, la perpendicolare per E B, e poi per nuova acqua sopravvenuta al fiume si sia alzata l'acqua fino in G, sicchè G B sia doppio di E B; dico, che tutta l'acqua G C sarà il doppio di velocità di quello che era E C.

Non si mette la dimostrazione della proposta, perchè da lettere scritte dall' Autore ad Amici costa non essersi soddisfatto, e che non intendeva di pubblicarla senza una più salda dimostrazione, la quale sperava di conseguire. Ma prevenuto dalla morte non potè dare nè a questa, nè al rimanente del secondo libro l'ultima mano. Onde si è stimato più opportuno il tralasciarla, che il contravvenire alla mente dell' Autore. E ciò serva ancora d' avviso a coloro, che si trovassero aver copia manoscritta di questo libro con la detta dimostrazione. Per ora si contenti il Lettore della notizia di così bella, ed utile conclusione, della verità della quale egli può con poca spesa, e con molto diletto venire in sicurezza per mezzo dell' esperienza da farsi in modo simile a quello, che viene spiegato nel secondo Corollario della quarta Proposizione di questo, con la sua Tavola, ed appresso con l' uso di essa.

COROLLARIO.

DI qui segue, che quando un fiume cresce d'altezza viva per nuova acqua sopravvenutagli, cresce ancora di velocità; in modo che la velocità alla velocità ha la medesima proporzione, che l' altezza viva all'altezza viva, come si può dimostrare nel modo medesimo.

PRO.

(*a*) *Fig.* 11. *Tav. II.*

Digitized by Google

PROPOSIZIONE III. PROBLEMA III.

Dato un canale d'acqua, la cui larghezza non ecceda 20. palmi in circa, e la sua altezza viva sia meno di 5. palmi, misurare la quantità dell'acqua, che scorre per il canale per un dato tempo.

Adattisi nel canale un regolatore, ed osservisi l'altezza viva nel detto regolatore; poi sia divertita dal canale con canaletto di tre, o quattro palmi di larghezza in circa; poi si misuri la quantità dell'acqua, che scorre per detto canaletto, come si è insegnato nella seconda proposizione, e insieme si osservi minutamente quanto sarà scemata l'altezza viva nel canale maggiore mediante la diversione del canaletto, e fatte tutte queste diligenze moltiplichisi in se medesima l'altezza viva del canale maggiore: e parimente si moltiplichi in se medesima l'altezza minore dello stesso canal maggiore, e detratto il quadrato minore dal maggiore, il residuo a tutto il quadrato maggiore avrà la proporzione, che ha l'acqua del canaletto divertito all'acqua del canale maggiore. E perchè l'acqua del canaletto è nota pel modo dimostrato nella prima Proposizione, ed essendo ancora noti i termini della proposizione, sarà nota anco per la regola aurea la quantità dell'acqua, che scorre per il canal maggiore; che era quello, che si desiderava di sapere. Con un esempio dichiareremo il tutto.

Sia per esempio un canale largo 15. palmi; la sua altezza viva avanti la sua diversione dal canaletto sia 24. once, ma dopo la diversione sia l'altezza viva del canale solo 22. once. Adunque l'altezza minore alla maggiore è come il numero 11. a 12.; ma il quadrato di 11. è 121., e il quadrato di 12. è 144.; la differenza di detti quadrati minore al maggiore è 23. Adunque l'acqua divertita a tutta l'acqua è come 23. a 144., che è quasi da 1. a 6., e sei ventitreesimi, e tale proporzione avrà la quantità dell'acqua, che scorre per il canaletto a tutta l'acqua, che scorre per il canal grande. Ora se noi ritroveremo per la regola detta di sopra nella prima Proposizione, che la quantità dell'acqua, che scorre per il canaletto sia, v. gr. cento barili nello spazio di 15. minuti secondi d'un'ora, è manifesto, che l'acqua, che scorre per il canal grande nell'istesso tempo di 15. minuti secondi, sarà quasi 600. barili.

Digitized by Google

La medesima Operazione in altro modo.

E Perchè bene spesso nell' applicare la teorica alla pratica interviene, che non si possan così facilmente metter in esecuzione tutti i particolari necessarj in teorica, perciò aggiungeremo quì un altro modo di far la medesima operazione, quando nascesse caso, che non si potesse divertire comodamente il canaletto dal canal grande, ma sibbene fosse facile venire al canal maggiore l' acqua d' un altro canaletto minore, il quale potesse facilmente esser misurato, come si è mostrato nel primo Problema, o veramente quando il caso fosse, che nel canal maggiore entrasse un canaletto minore, che potesse esser divertito, e misurato. Però dico nel primo caso, che volendo noi misurare la quantità dell' acqua, che scorre in un tempo nel canal maggiore, nel quale si possa introdurre un altro canaletto minore misurabile, si dovrà prima esattamente misurare il canaletto, e poi osservare l' altezza viva del canal maggiore avanti l' introduzione; e fatta che sarà l' introduzione, si dovrà di nuovo investigare la proporzione, che ha l' acqua del canaletto a tutta l' acqua del canal grande, perchè essendo noti questi termini della proporzione, ed essendo nota la quantità dell' acqua del canaletto, avremo nota ancora la quantità dell' acqua, che scorre per il canal grande. Parimente è manifesto, che s' avrà l' intento, quando il caso fosse, che nel canal grande entrasse un canaletto minore misurabile, e che si potesse divertire.

CONSIDERAZIONE.

DI questa dottrina sarebbe necessario servirsi nella distribuzione dell' acque, che scemano per adacquare le campagne, come si usa nel territorio Bresciano, Cremonese, Bergamasco, Lodigiano, Milanese, e molti altri luoghi, dove di continuo nascono liti, e differenze gravissime, le quali non potendosi mai terminare con ragioni intelligibili, vengono bene spesso a forza d' armi terminate, ed in vece d' innaffiar le campagne coll' acque, le innaffiano crudelmente col sangue umano, mettendo empiamente sossopra la pace, e la giustizia, e seminando discordie, ed inimicizie tali, che portano seco alle volte la rovina

delle

Digitized by Google

delle Città intere, o le aggravano inutilmente di vaniſſime ſpeſe, e talvolta dannoſe.

PROPOSIZIONE IV. TEOREMA IV.

QUando un fiume creſce d' altezza viva, la quantità dell' acqua, che ſcarica il fiume, fatta la creſcenza, ha la proporzione compoſta delle proporzioni dell' altezza viva all' altezza viva, e della velocità alla velocità.

Sia un fiume, il quale mentre è baſſo ſcorra per il regolatore D F (*a*) coll' altezza viva A B, e poi gli ſopravvenga una piena, e ſcorra coll' altezza D B; dico, che la quantità dell' acqua, che ſi ſcarica per D F, a quella, che ſi ſcarica per A F, ha la proporzione compoſta delle proporzioni della velocità per D F alla velocità per A F, e dell' altezza D B all' altezza A B. Facciaſi come la velocità per D F alla velocità per A F, così la linea R alla linea S, e come l' altezza D B all' altezza A B, così la linea S alla linea T; ed intendaſi una ſezione L M N eguale alla ſezione D F di altezza, e lunghezza, ma ſia in velocità eguale alla ſezione A F; adunque la quantità d' acqua, che ſcorre per D F, a quella, che ſcorre per L N, ſarà come la velocità per D F alla velocità di L N, cioè alla velocità per A F; e per eſſer la linea R alla linea S, come la velocità per D F alla velocità per A F: adunque la quantità dell' acqua, che ſcorre per D F, a quella, che paſſa per L N, avrà la proporzione, che ha la R a S; ma la quantità dell' acqua, che ſcorre per L N, a quella, che ſcorre per A F (per eſſere le ſezioni egualmente veloci) avrà la proporzione, che ha la ſezione L N alla ſezione A F, cioè l' altezza B D all' altezza B A, cioè S a T; adunque per l' egual proporzione la quantità dell' acqua, che ſcorre per D F, a quella, che ſcorre per A F, avrà la proporzione di R a T, cioè compoſta delle proporzioni dell' altezza D B all' altezza A B, e della velocità per D F alla velocità per A F; e però quando un fiume creſce d' altezza viva, la quantità dell' acqua, che ſcorre, fatta la creſcenza, a quella, che ſcorre avanti la

(*a*) *Fig.* 12. *Tav. II.*

Digitized by Google

la crescenza, ha la proporzione composta ec.; che è quello, che si doveva dimostrare.

COROLLARIO I.

SEgue da questo, che avendo noi mostrato, che la quantità dell'acqua, che scorre mentre il fiume è alto, a quella, che scorreva mentre era basso, ha la proporzione composta della velocità alla velocità, e dell'altezza all'altezza; ed essendosi dimostrato, che la velocità alla velocità è come l'altezza all'altezza, segue, dico, che la quantità dell'acqua, che scorre quando il fiume è alto, a quella, che scorre mentre è basso, ha duplicata proporzione dell'altezza all'altezza, cioè la proporzione, che hanno i quadrati dell'altezze.

COROLLARIO II.

DAlle quali cose dipende la ragione di quello, che ho detto nella mia seconda considerazione, che se per la diversione di 5. a 9. dell'acqua, che entra da' fiumi nella laguna, l'acqua si è abbassata una tal misura, quella sarà un terzo solo di tutta l'altezza; ma divertendo di più gli altri quattro noni, si sbasserà due altri terzi; punto principalissimo, e tale, che non essendosi mai inteso, ha causato grandissimi disordini, ed ora più che mai sarebbe seguito danno notabilissimo, se si metteva in esecuzione la diversione del Sile, e degli altri fiumi; ed è manifesto, che nel medesimo modo, con il quale si è dimostrato, che crescendo la quantità dell'acqua in quadruplo, l'altezza crescerebbe solo il doppio, e crescendo la quantità nel nonuplo, l'altezza cresce tripla, con aggiungere alle unità tutti i numeri dispari secondo la loro serie, l'altezze crescono secondo la serie naturale di tutti i numeri dell' unità; come per esempio passando per un regolatore una tal misura di acqua in un tempo, aggiungendo tre di tali misure, l'altezza viva, e due di quelle parti, che prima era uno, e continuando ad aggiunger 5. di quell'istesse misure, l'altezza, e tre di quelle parti, che prima erano 1., e così aggiungendo 7., e poi 9., e poi 11., e poi 13., ec., l'altezze saranno 4., poi 5., poi 6., poi 7., ec., e per maggior facilità dell' opera abbiamo descritta la seguente Tavola, della quale dichiareremo l' uso.

Digitized by Google

l'uso. Si è divisa la tavola in 3. serie di numeri; la prima serie contiene tutti i numeri nella serie naturale, cominciando dall'unità, ed è chiamata serie dell'altezze; la seconda contiene tutti li numeri dispari, cominciando dall'unità, e si chiama serie dell' aggiunte; la terza contiene tutti i numeri quadrati, cominciando dall'unità, e si chiama serie della quantità.

Altezze	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aggiunte	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
Quantità	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100	121

Uso della suddetta Tavola.

I. PRima se intenderemo divisa tutta l'altezza viva d'un fiume di acqua corrente in quante parti eguali si voglia, desiderando noi sbassare mediante una divisione un quinto, trovisi nella tavola alla serie dell'altezze il numero 5. denominatore della parte, che si dee sbassare il fiume, e prendasi il numero, che gli è immediatamente sottoposto nella serie delle aggiunte, che è 9., il quale si sottragga dal numero 25. sottpostogli nella serie delle quantità, il residuo 16. significa, che delle 25. parti d'acqua, che scorrevano nel fiume, mentre era alto 5. misure, ne scorrono solo 16. parti; talchè per farlo sbassare un terzo, è stato necessario levare 9. venticinquesimi dall'acqua, che portava tutto il fiume; di modo che con levare poco più di un terzo dell'acqua del fiume, si è sbassato solo un quinto.

II. E così nel secondo luogo, se per lo contrario si desiderasse sapere quant'acqua si debba aggiungere al medesimo fiume, per farlo crescere un terzo di più d'altezza, sicchè cammini alto nel regolatore 6. di quelle parti, che prima ne camminava alto 5., si trovi nella serie dell'altezze il 6., e preundendosi il numero 11. sottopostogli, ed aggiunto al numero 25. sottoposto al numero 9. nell'aggiunte, e 5. nell'altezze, si avrà 36., che è la quantità dell'acqua, che scorre coll'altezza del fiume, alto 6. parti di quelle, che prima era alto 5.

III. Ma quando si desiderasse sapere quant'acqua ci bisogni aggiungere, per far rialzare il fiume, sicchè corra alto 8. parti di quelle,

che prima correva alto 5., si debbono prendere in una somma i numeri della serie dell'aggiunte sottoposti all'8., al 7., al 6., che sono 15. 13., e 11., cioè *39.*; questa sarà l'aggiunta, che si dee fare ai 25.; sicchè per far correre il fiume alto 8. di quelle parti, che prima era 5., sarà necessario aggiungere *39.* di quelle parti, che il fiume prima era 25.

IV. Parimente con la medesima tavola è in pronto la quantità dell' acqua, che scorre di tempo in tempo per un fiume, il quale cresca per nuova acqua, che gli sopraggiunge, quando in una sua altezza sia nota la quantità della sua acqua; come per esempio, se noi sapessimo, che il fiume in un minuto d'ora scarica 2500. di tali misure d'acqua, e corre alta 5. parti nel regolatore, e dopo vedessimo, che corre alta 8. palmi, ritrovando nella serie delle quantità il numero sottoposto all'8., che è *64.*, diremo, che il fiume rialzato porta *64.* parti d'acqua di quelle, che vi portava prima 25.; e perchè prima ne portava 2500. misure, per la regola aurea diremo, che il fiume porta *6400.* misure di quelle, che prima vi portava 2500.

In questo progresso della natura è cosa veramente curiosa, e che ha del paradosso a prima faccia, che procedendo noi ordinatamente nelle diversioni, ed aggiunte con aggiunte, e diversioni tanto ineguali, in ogni modo gli sbassamenti sempre riescono eguali, e così gli alzamenti; e chi direbbe mai, che camminando un fiume alto v. gr. 10. palmi, e portando 100. misure in un minuto d'ora, si debba sbassare un palmo solo colla diversione di *19.* di quelle misure, e poi che il negozio si riduca a segno, che si sbassi pure un palmo colla diversione di tre sole di quelle stesse misure, anzi colla diversione d'una sola misura? E pure è verissimo, ed ha questa verità così chiara i riscontri nell'esperienza, che è cosa da stupire. Ed io per piena soddisfazione di quelli, i quali non potendo restar capaci delle sottili dimostrazioni, desiderano chiarirsi con i fatti, e veder con gli occhi corporali, e toccar colle mani dove non arrivi l'intelletto, e la ragione; voglio aggiunger quì un altro modo assai facile di ridurre tutti ad una esperienza, la quale si può fare in piccolo, in grande, e in grandissimo, del quale io mi servo frequentemente con meraviglia di chi lo vede.

Io

Digitized by Google

Io ho preparato 100. sifoni, o vogliam dire canne ritorte, tutte eguali, e postele al labbro d'un vaso, nel quale si mantiene l'acqua con un istesso livello (o lavorino tutte le canne, o qualsivoglia numero di loro) collocate le bocche, dalle quali esce l'acqua, tutte al medesimo livello parallelo all'orizzonte, ma più basso del livello dell' acqua del vaso, e raccolta tutta l'acqua cadente dai sifoni in un altro vaso più basso, l'ho fatta scorrere per un canale, inchinando in modo, che mancando l'acqua dai sifoni, il canale rimane affatto senz'acqua.

E fatto questo, misurai l'altezza viva del canale diligentemente, e poi lo divisi in 10. parti eguali precisamente, e facendo levar via 19. di quei sifoni, in modo che pel canale non iscorreva acqua se non di 81. di quei sifoni, di nuovo osservai l'altezza viva dell'acqua nel medesimo sito osservato di prima, e trovai, che l'altezza sua era scemata la decima parte precisamente di tutta la sua prima altezza, e così seguitando a levare 17. altri sifoni, l'altezza era pure scemata un decimo di tutta la prima sua altezza viva, e provando a levare 15. sifoni, poi 13., poi 11., e poi 9., e poi 7., poi 5., e poi 3., sempre in queste diversioni fatte ordinatamente, come si è detto, ne seguiva ogni sbassamento di un decimo di tutta l'altezza.

E quì fu cosa degna d'esser osservata, che crescendo l'acqua per detto canale, la sua altezza viva era diversa in diversi siti del canale, cioè sempre minore, quanto più s'avvicinava alla sboccatura; con tutto ciò lo sbassamento seguiva in tutti i luoghi proporzionatamente, cioè in tutti i siti scemava la prima parte dell'altezza di quel sito; e di più usciva l'acqua dal canale sparsa in campo più largo, dal quale pure avendo diversi esiti, e bocche, in ogni modo ancora in quella larghezza le altezze vive s'andavano variando, e mutando colle medesime proporzioni. Nè quì mi fermai nell'osservazione; ma essendo scemata l'acqua, che usciva dai sifoni, e rimastone un solo, che gettava acqua, osservai l'altezza viva, che faceva ne' sopraddetti siti (la quale era pure un decimo di tutta la prima altezza); aggiungasi all'acqua di quel sifone l'acqua di tre altri sifoni, sicchè tutta l'acqua era di 4. sifoni, ed in conseguenza quadrupla della prima acqua; ma l'altezza

viva

Digitized by Google

viva era solamente il doppio, ed aggiungendo 5. sifoni, l'altezza viva si fece tripla, e con aggiungere 7. sifoni l'altezza cresceva il quadruplo, e così coll'aggiunta di 9. cresceva il quintuplò, e coll'aggiunta di 11. cresceva il sestuplo, e coll'aggiunta di 13. cresceva il settuplo, e coll' aggiungere di 15. l'ottuplo, e coll'aggiungere di 17. il nonuplo, e finalmente aggiungendo 19. sifoni, tutta l'acqua era centupla dell' acqua d'un sifone solo; in ogni modo l'altezza viva di tutta quest'acqua era solamente decupla della prima altezza congiunta dall'acqua, che usciva da un solo sifone.

Per più chiara intelligenza del tutto ho fatta la figura (*a*), nella quale abbiamo la bocca A, che mantiene l'acqua del vaso B C nell' istesso livello, ancorchè di continuo esca: al labbro del vaso sono posti 25. sifoni, e se ne possono mettere molti più, divisi in cinque classi D E F G H, che sono la prima D di un solo sifone, la seconda E di 3. sifoni, la terza F di 5., la quarta G di 7, la quinta H di 9., e si può intendere la sesta di 11., la settima di 13. sifoni, e così le altre classi, contenenti tutti in numeri dispari conseguenti di mano in mano (noi siamo contenti di rappresentare nella figura solamente le 5. dette classi, per fuggire la confusione) l'acqua raccolta D E F G H, la quale scorre per il canale I K L, e trabocca nella larghezza M N O P; e tanto basti per esplicazione di quest'esperienza.

PROPOSIZIONE V. PROBLEMA IV.

DAto qualsivoglia fiume di qualsivoglia grandezza, esaminare la quantità dell'acqua, che scorre per il fiume in un dato tempo. Dalle cose dette di sopra ne' Problemi precedenti potremo risolvere ancora questo, che ora abbiamo per le mani; e ciò si farà con divertire prima dal fiume grande un canale grosso misurabile, come s'insegna nel secondo Problema; osservare lo sbassamento del fiume, cagionato dalla diversione del canale, e ritrovare la proporzione, che ha l'acqua del canale a quella del fiume; poi si misuri l'acqua del canale per il secondo Problema, e s'operi come sopra, che si avrà l'intento.

CONSI-

(*a*) *Fig.* 13. *Tav. II.*

Digitized by Google

CONSIDERAZIONE I.

E' Sebbene pare, che possa riuscire difficilmente, e quasi impossibile servirsi del numero regolatore, quando s'avrà a misurare l'acqua di qualche fiume grosso, ed in conseguenza sarebbe impossibile, ovvero difficilissimo ridurre in pratica la Teorica del primo Problema; con tutto ciò direi, che simili concetti grandi di misurare l'acqua d'un fiume grosso non debbono cascare in mente se non di persone grandi, e Principi potenti, ai quali s'aspetta per loro gravi interessi fare simili inquisizioni, come sarebbe quì in Italia de' fiumi del Tevere, Velino, Chiana, Arno, Serchio, Adige, ne' quali pare veramente difficile applicare il regolatore, per ritrovare in retto l'altezza viva del fiume; ma perchè in simili occorrenze alle volte tornerebbe il conto far qualche spesa, per venire in esatta, e vera cognizione della quantità dell' acqua, che porta quel fiume, la qual cognizione si farebbe per isfuggire forse poi altre spese maggiori, che si farebbero spesso vanamente, e non sarebbe l'origine de' disgusti, che nascono alle volte anco tra i medesimi Principi; per tanto stimo, che sarà bene mostrare ancora il modo di servirsi del regolatore in questi fiumi grandi, ne' quali se noi apriremo bene gli occhi, ne ritroveremo de' belli e fatti senz'altra spesa, e fatica, che basteranno al nostro bisogno.

Imperciocchè sopra simili fiumi si fanno delle traverse, ovvero steccate di fabbrica, per far rialzare l'acque, e divertirle in servizio de' mulini, o altro. Ora in tali casi basta accomodare ai due estremi delle steccate due pilastri o di legno, o di fabbrica, i quali con il fondo della steccata fermino il nostro regolatore, con il quale potremo fare la nostr' opera desiderata, anzi il canale istesso divertito servirà, senza fare altra diversione, nè unione. Ed in somma quando i negozj vengano maneggiati da persona di giudizio, si potranno ancora valere in altri modi, e partiti, secondo le occasioni, delle quali sarebbe troppo lungo il trattare; e però basterà questo poco, che si è accennato.

CONSI-

Digitized by Google

CONSIDERAZIONE II.

DAlle cose dichiarate, se saranno ben intese, si caveranno molti comodi, ed utili, non solo nel divider l'acque correnti per gl'infiniti usi, che hanno nel far lavorare macine di mulini, cartiere, fabbriche, polveri d'archibusi, peste di riso, ferriere, macine da olio, di mortella, seghe di legnami, conce di pelli, gualche, filatoj, ed altri simili edificj; ma ancora d'ordinar canali navigabili, divertire fiumi, e canali di acque, per terminare le grandezze de' condotti per fontane. Nelle quali occorrenze si fanno errori grandi con perdite di grosse spese, non essendo alle volte sufficienti i canali, ed i condotti fatti a portar l'acque destinate, ed alle volte facendosi maggiori del bisogno; i quali disordini saranno fuggiti, se l'Ingegnero sarà istruito delle sopraddette cose, e quando s'aggiungesse a queste notizie la cognizione della Filosofia, e Matematica, conforme a quello, che altamente ha penetrato il Signor Galileo, e dopo lui passando più oltre il Signor Evangelista Torricelli, Matematico del Serenissimo Gran-Duca di Toscana, il quale sottilmente, e maravigliosamente tutta questa materia del moto ha trattato: allora si verrebbe in notizia di notizie particolari curiose nelle teoriche, ed utilissime nelle pratiche, che giornalmente occorrono in queste materie.

E per mostrare in fatti di quant'utilità sieno queste notizie, ho stimato bene inserire in questo luogo le considerazioni fatte da me sopra la Laguna di Venezia, e rappresentarle in pieno coll'esperienza dell'anno passato 1641., essendo Doge della predetta Repubblica il Serenissimo Erizzo. Ritrovandomi dunque a Venezia in detto anno, fui ricercato dall'Illustrissimo, ed Eccellentissimo Signor Giovanni Basadonna, Senatore di gran merito, e valore, che io dovessi dire ingenuamente il mio parere intorno allo stato della Laguna di Venezia; e dopo aver trattato con Sua Eccellenza più volte, finalmente ebbi ordine di distendere il tutto in iscrittura, la quale avendo poi letta privatamente, il medesimo Signore ne diede parte ancora privatamente al Serenissimo Principe, ed ebbi ordine di rappresentarla a pieno Collegio, come feci nel mese di Maggio l'anno medesimo, e fu come segue.

CON-

Digitized by Google

CONSIDERAZIONI
INTORNO ALLA LAGUNA DI VENEZIA
DEL
D. BENEDETTO CASTELLI
ABATE DI S. BENEDETTO ALOYSIO, MATEMATICO
DI NOSTRO SIGNORE
PAPA URBANO VIII.
E PROFESSORE NELLO STUDIO DI ROMA.





Ncorchè una sola sia la cagione principale, dalla quale, per mio parere, si minaccia rovina irreparabile alla Laguna di Venezia nel presente stato, nel quale si ritrova; contuttociò mi pare, che si possano considerare due capi, e questa considerazione per avventura ci potria servire per facilità, ed esplicazione de' rimedj opportuni, non già per rendere assolutamente immutabile, ed eterno lo stato delle cose; impresa impossibile, ed in tutto quello, che avendo avuto qualche principio, deve ancora necessariamente avere il suo fine; ma almeno per allungare molte, e molte centinaja d'anni il pericolo; e forse intanto si potrebbe colla mutazione istessa incontrare più felice stato.

Io dico adunque, che in due capi mi pare, che si possa considerare il presente disordine; uno è il notabilissimo scoprimento di terreno, che si osserva in tempo d'acqua bassa; la qual cosa, oltre al difficultare la navigazione per la Laguna, ed anche per i canali, viene parimenti a minacciare un altro danno, e disordine degno di grandissima considerazio-

zione, il quale è, che riscaldando il Sole quel fango, massimamente in tempi di caldi estivi, ne solleva i vapori, e spirazioni, ed effluvj putrefatti, e perniciosi, i quali infettano l'aria, e potrebbero rendere la Città inabitabile.

Il secondo capo è l'interrimento grande, che si va facendo dei Porti massimamente di Venezia a Malamocco, intorno alle quali materie anderò toccando in generale alcuni punti, e poi mi ridurrò alle cose più particolari, ed importanti.

E prima dico, che reputo totalmente impossibile fare operazione nessuna, per utile che sia, che non porti seco ancora qualche danno; e però debbesi molto bene bilanciare l'utile, ed il danno, e poi abbracciare il men dannoso partito.

Secondariamente metto in considerazione, che lo scoprirsi tanto notabilmente il terreno, e i fanghi è seguito da non molto tempo in quà, per quanto io vado intendendo da' vecchj, che hanno memoria delle cose da cinquant'anni addietro; la qual cosa essendo vera, come mi pare verissima, parrebbe, che non fosse se non bene ridurre le cose a quel termine, che erano prima (deponendo ogni affetto, o passione, che gli animi adulando se medesimi, avessero concetto intorno alle proprie deliberazioni) o almeno sarà necessario consultare prestamente il tutto.

Terzo, stimo che sia necessario ponderare, se dal suddetto scoprimento di terreno segua, che solamente il terreno si rialzi, come si pensa da tutti comunemente senza controversia, ovvero se l'acque si siano sbassate, e mancate, oppure se procede dall'una, e dall'altra cagione; e quì occorrerebbe sapere qual parte le dette ragioni possono avere separatamente pure nel suddetto effetto; perchè nel primo caso, quando il terreno fosse innalzato, bisognerebbe pensare allo scavamento, e cavamento; ma se le acque fossero mancate, o sbassate, credo, che sarebbe necessarissimo rimetterle, ed alzarle; e se anche le ragioni cospirassero all'effetto, bisognerebbe rispettivamente rimediare; ed io per me stimo, che lo scoprirsi tanto notabilmente in tempo d'acque basse tante secche, procede principalmente dal mancamento, e sbassamento delle acque; la qual cosa si può dire risolutamente, che non abbia bisogno d'altra prova, poichè effettivamente è stata divertita la Brenta, la quale prima scaricava la sua acqua nella Laguna. Quan-

Quanto all' altro punto dell' interrimento de' Porti, io tengo, che tutto proceda dalla furia del mare, il quale alle volte agitato da' venti, massimamente in tempo d'acque crescenti, va sollevando dal suo profondo moli immense d'arene, trasportandole col flusso, e coll' impeto dell' onde dentro la Laguna; e non avendo dalla parte di essa forza di corrente, che le sollevi, e basti a portarle fuori, calano al fondo, che così riempiono i Porti. E che così proceda quest' effetto, ne abbiamo frequentissime esperienze lungo le spiagge del mare; ed io ho osservato in Toscana, nella Spiaggia Romana, e nel Regno di Napoli, che quando un fiume sbocca in mare, sempre nel mare istesso si ritrova nella sboccatura quasi come una mezza luna, ovvero una trinciera di radunata d' arena sotto l' acqua assai più alta che il rimanente della spiaggia, ed è chiamata in Toscana il Cavallo, e quà in Venezia lo Scanto; il quale vien tagliato dalla corrente del fiume ora dalla banda destra, ora dalla sinistra, ed alle volte nel mezzo, secondo che spirano i venti verso quel sito. Ed una similissima operazione ho osservato in certi fossetti d' acque lungo il Lago di Bolsena, non con altra differenza che dal piccolo al grande.

Ora chi considera bene quest' effetto, vede manifestamente, che non procede da altro, che dal contrario contrasto della corrente del fiume coll' impeto dell' onde marine, poichè quella gran copia d' arena, che di continuo il mare rigetta al lito, viene battuta nel mare dalla corrente del fiume; ed in quel sito, nel quale quei due impedimenti si pareggiano, si raduna sotto l' acqua l' arena, e si fa quel trincierone, ovvero cavallo; che se il fiume porterà acqua, e di considerazione, verrà da quello tagliata, e rotta ora in questa parte, ora in quella, come si è detto, secondo che il vento spira; e per quel canale poi sogliono sboccare i vascelli di mare, e ricoverarsi nel fiume, come in un Porto; ma se l' acqua del fiume non sarà continua, o sarà debole, in tal caso la forza del vento marino porta tanta quantità d' arena nella bocca del porto, e del fiume, che lo serra affatto; e di quì si vedono poi lungo il mare moltissimi laghi, e stagni, i quali in certi tempi dell' anno abbondano d' acque, e gli stagni rompono quella chiusa, e sfogano in mare.

Ora è neceſſario fare ſimil conſiderazione ancora nei noſtri porti di Venezia, Malamocco, Bondolo, e Chiozza, i quali in un certo modo non ſono altro che sboccature, aprìture del lito, che ſepara la Laguna dal mare vivo; e però io ſtimo, che ſe l'acque nella Laguna foſſero abbondanti, avrebbono forza di aprir bene, e con gran forza le bocche dei Porti; ma mancando l'acqua nella Laguna, in tal caſo il mare porterà ſenza contraſto tanto corpo d'arena nei Porti, che ſe non li ſerrerà affatto, li renderà almeno inutili, ed impraticabili alle barche, e vaſcelli groſſi.

Moltiſſime altre conſiderazioni ſi potrebbono fare intorno a queſti due capi dell'interrimento dei Porti, e dello ſcoprimento dei fanghi nelle Lagune; ma ci baſterà aver toccato tanto per poter diſcorrere dell'operazioni intorno ai rimedj opportuni.

Avanti però che io venga a proporre il mio penſiero, dico, che io so beniſſimo, che la propoſta mia in prima faccia parerà aſſurda, ed inconveniente, e però ſarà forſe come tale ributtata dalla maggior parte; tanto più che viene ad eſſere direttamente contraria a quel che finora ſi è operato, e per quanto intendo ſi diſegna d'operare; ed io non ſon tanto affezionato alle mie opinioni, che non conſideri molto bene quello, che da altri può eſſer giudicato. Ma ſia come ſi voglia, debbo dire liberamente il mio ſentimento, e poi laſcierò, che più ſani di me, conſiderato che avranno bene le mie ragioni, giudichino, e deliberino del *quid agendum;* e quando mi ſi pronuncierà la ſentenza contro, appello al Tribunale gratiſſimo, ed ineſorabile della natura, la quale non curandoſi punto di compiacere nè a queſto, nè a quello, ſarà ſempre puntuale, ed inviolata eſecutrice de' ſuoi eterni decreti, contra de' quali non avranno mai forza di ribellare le deliberazioni umane, nè i vani deſiderj noſtri. Soggiunſi in voce quello, che ſegue.

Metta pure la Serenità Voſtra parte in queſto eccelſo Collegio, e lo faccia confermare in Pregadi a tutti i voti, che i venti non ſpirino, che il mare non ondeggi, che i fiumi non corrano; i venti ſaranno ſempre ſordi; il mare ſarà coſtante nell' incoſtanza ſua; li fiumi oſtinatiſſimi; e queſti ſaranno i miei giudici, ed alla lor deciſione mi rimetto.

Dalle

Digitized by Google

Dalle cose dette mi par che resti assai chiaro, e manifesto quello, che nel principio di questo discorso ne accennai, cioè, che tutto il disordine, ancorchè sia stato diviso in due capi, nello scoprimento del terreno, e nell' interrimento de' Porti, in ogni modo con un solo rimedio aggiunto, e per quanto io stimo assai facile, sarà levato il tutto. E questo è, che si rimetta più acqua, che si può nelle Lagune, e particolarmente dalle parti superiori di Venezia, avendo riguardo, che l'acqua sia men torbida che sia possibile. E che questo sia il vero, e real rimedio dei precedenti disordini, è manifesto; imperciocchè nel passare che sarà quest' acqua per le Lagune, da per se stessa anderà scaricando i canali in varie parti di esse secondo le correnti, che anderà acquistando, e così sparsa per la Laguna manterrà l' acque nella medesima, e ne' canali assai più alte, come proverò più a basso; cosa, che renderà comoda la navigazione; e quello, che più è di gran momento nel nostro negozio, resteranno sempre coperti quei fanghi, che ora in tempo d'acque basse si scoprono, in modo che sarà rimediato ancora alla putrefazione dell' aria; e finalmente dovendo sempre sgorgare fuori nel mare per i Porti tutta questa copia d' acqua, non ho dubbio, che ne manterrà scavati i fondi. E che questi effetti debbano seguire, pare, che la natura istessa lo persuada, restando solo una difficoltà grande: se veramente quella copia d'acqua, che sarà condotta nella Laguna, possa esser sufficiente a rialzare l' acque tanto che possano mantenere coperti i fanghi, e facilitare la navigazione, che dovrebbe esser almeno un mezzo braccio in circa. E veramente pare così a primo aspetto, che sia impossibile, che l'acqua sola della Brenta messa nella Laguna, e sopra di essa sparsa, possa cagionare così segnalata altezza d' acqua; e per confermare più la difficoltà si potrebbe dire, riducendo la ragione al calcolo, che quando la Brenta fosse larga quaranta braccia, ed alta due e mezzo, e la larghezza della Laguna fosse ventimila braccia, parrebbe necessario, che l' altezza dell' acqua della Brenta, sparsa, e distesa fra la Laguna, non fosse se non un dugentesimo di braccio di altezza impercettibile, e che non sarebbe di niun momento al nostro bisogno; anzi di più essendo verissimo, che la Brenta viene assai torbida, e carica,

 questo

questo cagionerebbe danno grandissimo, riempiendo, e ristringendo la Laguna; e per tanto questo rimedio deve essere come perniciosissimo totalmente escluso, e condannato.

Io quì confesso, che sono arrestato dalla forma dell' argomento, e quasi convinto in modo, che non ardisco di più dire, e di aprire la bocca in questa materia; ma la forza istessa dell' argomento, come fondato sopra i mezzi del calcolo Geometrico, ed Aritmetico, mi ha aperto la strada a scoprire un sottilissimo inganno, il quale nel medesimo argomento si ritrova; il qual inganno sono per manifestare a qualsivoglia, che abbia qualche principio Geometrico, ed Aritmetico; e siccome è impossibile, che simile argomento venga introdotto se non da quelli, i quali hanno gusto di queste utilissime, e necessarissime scienze in cotali materie, così io non pretendo di farmi intendere se non dai medesimi, ai quali farò toccare con mani tanto chiaramente, che più non si può desiderare, l' errore, e l' inganno, nel quale si sono avviluppati, e tuttavia s' inviluppano quegli antichi, e moderni, che hanno in qualche modo ancora trattata questa materia di contemplare la misura, e quantità dell' acque, che si muovono. Ed è tanta la stima, che io so di quello, che sono per dire ora intorno a questo particolare, che mi contento, che sia messo a monte tutto il restante del mio discorso, purchè sia perfettamente inteso quello, che da quì avanti sono per proporre, stimandolo io, e conoscendolo per un cardine principale, sopra del quale sia fondato tutto quello, che si può dire di buono, e di bello in questo proposito. Gli altri discorsi possono avere sembiante d' esser probabili; ma questo ferisce il punto talmente, quanto si può desiderare, arrivando al sommo degli altri gradi di certezza.

Io, come rappresentai al Serenissimo Principe, ed all' Eccellentissimo Magistrato degl' Illustrissimi Savj dell' acque, ho scritto diciassett' anni sono un Trattato della misura dell' acque, che si muovono, nel quale geometricamente dimostro, e spiego questa materia; e quei, che avranno inteso bene il fondamento del mio discorso, resteranno compitamente soddisfatti di quello, che sono ora per rappresentare. Ma acciocchè riesca più facile il tutto, esplicarò quì brevemente, e spiegherò quel

tanto,

Digitized by Google

tanto, che nel discorso ho dimostrato, che sarà bastante al proposito nostro; e quando ciò non bastasse, abbiamo sempre l'esperienza di mezzo facilissima, e di pochissima spesa, che può chiarire il tutto. E più voglio prender ardire di affermare, che quando bene non si facesse di presente deliberazione nessuna intorno a questo negozio conforme al mio parere, in ogni modo si farà una volta ne' tempi avvenire, ovvero non si facendo, le cose anderanno di male in peggio.

Per più chiara intelligenza dunque debbesi sapere, che dovendosi, come universalmente si usa, misurare le acque d'un fiume, si prende la sua larghezza, e la sua profondità, e moltiplicate queste due dimensioni insieme, si dice il prodotto esser la quantità di quel fiume, come per esempio, se un fiume sarà 100. piedi largo, e 20. piedi alto, si dirà, che quel fiume è 2000. piedi d'acqua, e così se un fosso sarà 15. piedi largo, e 5. piedi alto, questo tal fosso essere 75. piedi d'acqua. E questo modo di misurare l'acqua corrente è stato adoperato dagli antichi, e da' moderni non con altra differenza, se non che alcuni si sono serviti del piede, altri del palmo, altri del braccio, ed altri di altre misure.

Ora perchè io nell'osservare quest'acque, che si muovono, ritrovava frequentemente, che la medesima acqua del medesimo fiume era in alcuni siti del suo alveo assai grossa, ed in altri assai minore, non arrivando talvolta alla ventesima parte, nè alla centesima di quello, che in altri siti si dimostrava; però questa maniera volgare di misurare l'acque, che si muovono, come quella, che non mi dava una certa, e stabile misura, e quantità d'acqua, mi cominciò meritamente ad esser sospetta per difettosa, e manchevole, essendo sempre varia, e dovendo all'incontro la misura essere sempre determinata, ed una; è però scritto, che *Pondus, & Pondus*, misura, e misura, *utrumque abominabile est apud Deum*. Exod. Io considerava, che nel territorio di Brescia mia Patria, ed in altri luoghi, dove si dividono l'acque per adacquar le campagne, con simil modo di misurarle si facevano errori gravissimi, ed importantissimi con gravi pregiudizj al pubblico, e privato, non intendendosi mai nè da chi vende, nè da chi compra la quantità vera di quello, che si vende, e si compra; poichè l'istessa misura d'un quadretto, come si costuma in quelle parti, assegnato ad un particolare, portava più acqua

Digitized by Google

alle volte il doppio, e triplo di quello, che faceva la medesima misura di un quadretto assegnato ad un altro; la qual cosa viene poi ad essere il medesimo disordine, come se la misura, colla quale si vende, e si compra il vino, ovvero l'olio, importasse due, o tre volte più vino, o olio in un'occasione, che in un'altra. Ora questa considerazione mi svegliò la mente, e la curiosità all'investigazione della vera misura dell'acque correnti. E finalmente coll'occasione d'un importantissimo negozio, che ebbi per le mani alcuni anni sono, con grande applicazione di mente, e colla sicura scorta della Geometria, scoprii l'inganno, il quale era, che essendo noi sul maneggio d'investigar la misura dell'acque, che si muovono, ci serviamo di due dimensioni sole, cioè della larghezza, e profondità, non tenendo conto alcuno della lunghezza. E pure essendo l'acqua, benchè corrente, corpo, è necessario per formar concetto della sua quantità in relazione ad un'altra, tener conto di tutte tre le dimensioni, cioè della lunghezza, larghezza, e profondità.

Quì mi è stata mossa una difficoltà in difesa del modo ordinario di misurare le acque, che si muovono, contro quello, che di sopra ho considerato, e proposto; e mi fu detto: è vero, che nel misurare un corpo, che stia fermo, si debbono prendere tutte tre le dimensioni; ma nel misurare il corpo, che continuamente si muove, come è l'acqua, la cosa non cammina del pari; imperocchè non si può aver la lunghezza, essendo la lunghezza dell'acqua, che si muove, infinita, come quella, che non finisce mai di scorrere, ed in conseguenza è incomprensibile dall'intelletto umano; e però con ragione, anzi con necessità vien tralasciata.

Per risposta di questo dico, che nel suddetto discorso si debbono considerare due cose distintamente. La prima, se sia possibile formar concetto nessuno della quantità del corpo dell'acqua con due dimensioni sole; e la seconda, se si possa poi ritrovare questa lunghezza. Quanto alla prima io so molto bene di sicuro, che nessuno, per grandissimo ingegno che sia, potrà mai promettere di formar concetto della quantità del corpo dell'acqua senza la terza dimensione della lunghezza, e per questo torno a replicare, che la misura volgare di misurare l'acqua corrente è vana, e frustatoria. Stabilito questo punto, vengo al secondo,

che

che è, se si possa misurare la terza dimensione della lunghezza; e dico, che se uno volesse sapere tutta la lunghezza dell' acqua di una fontana, ovvero d'un fiume, per venire in cognizione della quantità di tutta l'acqua, gli riuscirebbe impresa impossibile, anzi il saperla non servirebbe; ma se altri volesse sapere quant' acqua porta una fontana, ovvero un fiume in un determinato tempo d' un'ora, di un giorno, o di un mese, ec., dico, che è possibilissimo, ed utilissima inquisizione per innumerabili utilità, che se ne possono cavare, importando molto sapere quant'acqua porta un canale d'acqua in un dato tempo; ed io l'ho mostrato di sopra nel principio di questo Libro, e di questo noi abbiamo di bisogno nel negozio della Laguna, per poter determinare quanta sarà l'altezza della Brenta sparsa sopra la Laguna; perocchè date le tre dimensioni d'un corpo, è noto il corpo, e data là quantità d'un corpo, se saranno due dimensioni sole, sarà nota la terza. Così internandomi io più, e più in questa considerazione, ritrovai, che la velocità del corso dell'acqua può esser maggiore, e minore cento volte più in una parte del suo corso, che nell'altra; e però sebben fossero state due bocche d'acque eguali di grandezza, in ogni modo potea nascer caso, che una scaricasse cento, e mille volte più acqua, che l'altra, e questo sarebbe stato quando l'acqua per una bocca fosse corsa cento, e mille volte più veloce, che l'altra, poichè sarebbe stato il medesimo che dire, che sia stata cento, e mille volte più lunga la più veloce, che la tarda; ed a questo modo scopersi, che a tener conto della velocità si veniva a tener conto della lunghezza.

E pertanto è manifesto, che quando due bocche scaricano la medesima quantità d'acqua in tempo eguale con diseguale velocità, è necessario, che la bocca meno veloce sia tanto maggiore della più veloce, quanto la più veloce supera di velocità la meno veloce, come per esempio:

Se due fiumi portassero egual quantità d'acqua in tempi eguali, ma che uno di loro fosse più veloce dell'altro quattro volte, sarebbe necessario, che il più tardo fosse quattro volte più grosso; e perchè il medesimo fiume in qualsivoglia sua parte sempre scarica la medesima quantità d' acqua in tempi eguali (come si dimostra nella prima Propo-

fizione del primo Libro della Misura dell' Acque correnti) ma non già corre per tutto colla medesima velocità; di quì è, che le misure volgari dello stesso fiume in diverse parti del suo alveo sono sempre diverse, in modo che se un fiume camminando pel suo alveo, avesse velocità tale, che facesse 100. braccia nello spazio d'un sessantesimo d'ora, e poi lo stesso fiume si riducesse a tanta tardità di moto, che nel medesimo tempo non facesse se non un braccio, sarebbe necessario, che quel tal fiume diventasse 100. volte più grosso in quel sito dove fosse ritardato, dico 100. volte più di quello, che era nel sito, dove era più veloce; e tengasi bene in mente, che questo punto bene inteso ci aprirà l'intelletto a scoprire moltissimi accidenti degni da sapersi; ma per ora basterà solamente aver dichiarato quello, che fa al proposito nostro, rimettendo gli ingegni capaci, e studiosi allo studio del suddetto mio Trattato, perchè ci troveranno l'utile, e la dilettazione congiunti insieme.

Applicando ora tutto il nostro principal intendimento, dico, che dalle cose dichiarate è manifesto, che se la Brenta fosse larga 40. braccia, ed alta due e mezzo in qualche parte del suo alveo, e che poi riducendosi la medesima acqua della Brenta nella Laguna, e passando per essa al mare, perdesse tanto di velocità, che non facesse se non un braccio nel tempo, nel quale mentre era nel suo alveo nel sito sopraddetto ne faceva braccia 100., sarebbe necessario d'assoluta necessità, che crescendo di misura, ingrossasse cento volte più; e però se noi supporremo, che la Laguna sia 20000. braccia, la Brenta, che già si suppone nel suo alveo 100. braccia, ridotta nella Laguna saria cento volte 100. braccia, cioè sarà mille dieci braccia di grossezza, ed in conseguenza sarà alta mezzo braccio, cioè cento cinquecentesimi di braccio, e non un dugentesimo di braccio, come si concludeva negli argomenti.

Or vedasi in quanto grand'errore, che è di *99.* per 100., si casca, per non intender bene la vera quantità dell'acqua corrente, la quale bene intesa, poi si apre la strada sicura di poter direttamente giudicare intorno a questo gravissimo negozio.

E pertanto, stante quello, che si è dimostrato, io dico, che inclinerei grandemente a deliberare (se toccasse a me), che si rimettesse di nuovo la Brenta nella Laguna, perchè essendo evidentissimo, che la

Brenta

Brenta nell'alveo della bocca è molto più veloce, che la Brenta ridotta nella Laguna, ne seguirà di sicuro, che la grossezza dell'acqua della Brenta nella Laguna sarà tanto maggiore di quello, che è la Brenta nella Brenta, quanto la Brenta nella Brenta è più veloce, che la Brenta nella Laguna.

Dalla quale operazione ne seguirà, prima, che la Laguna ripiena, e ricca di quell' acque sarà più navigabile, e praticabile di quello, che si trova nel presente.

II. Colla corrente di quest'acque i canali s'anderanno scavando, e si manterranno scavati di mano in mano.

III. Non si scopriranno in tempi d'acque basse tante secche, e fanghi, come si scoprono.

IV. L'aria si renderà più salubre, poichè non sarà così infetta da' vapori putrefatti, e sollevati dal Sole, mentre que' fanghi staranno coperti dall'acque.

V. Finalmente nella corrente di queste vantaggiose acque, che debbono uscire dalla Laguna nel mare, oltre a quelle del flusso, e riflusso, li Porti si manterranno scavati, e fondi. E questo è quanto per ora potrò rappresentare intorno a questo gravissimo negozio, rimettendomi sempre a più sano parere.

Della sopraddetta Scrittura diedi parte a Venezia in pieno Collegio, la lessi tutta, e fu sentita con grandissima attenzione; ultimamente la presentai al Serenissimo, ne lasciai alcune copie a diversi Senatori, e mi licenziai, promettendo di applicare con tutto l'animo le mie fatiche con replicati studj in servizio pubblico; e se mi fossero venute in mente altre cose, promisi di spiegarle sinceramente, e mi licenziai da Sua Serenità, e da quell'Eccelso Consiglio. Ritornato che fui a Roma, come quello, che giorno, e notte andava continuamente ruminando questo negozio, mi venne in mente un altro concetto maraviglioso, ed importantissimo, il quale con efficaci ragioni, confermate da accuratissime operazioni, ridussi coll'ajuto di Dio in netto, ed in chiaro; e benchè la cosa in primo aspetto mi paresse stravagantissimo paradosso, in ogni modo assicurato del tutto, ne scrissi all'Illustrissimo, ed Eccellentissimo Signor Giovanni Basadonna, il quale dopo aver considerata

Digitized by Google

vuta bene la mia Scrittura, la portò in Collegio, e dopo che quei Signori vi ebbero fatta per molti mesi matura considerazione, finalmente deliberarono di sospendere l'esecuzione della diversione, che già avevano deliberata di fare del fiume Sile, e d'altri quattro fiumi, che cascano ancora nella Laguna; cosa da me biasimata in questa seconda Scrittura, come perniciosissima, e dannosa. La Scrittura fu la seguente.

SECONDA PARTE AGGIUNTA ALLA CONSIDERAZIONE INTORNO ALLA LAGUNA DI VENEZIA.

SE il discorrer bene intorno alla verità delle cose, Sereniſſimo Principe, fosse come il portar pesi, dove vediamo, che cento cavalli portano maggior peso che un cavallo solo, parrebbe, che si potesse far più stima dell'opinione di molti uomini, che d'un solo; ma perchè il discorrere è più tosto simile al correre, che al portar pesi, dove si vede, che corre più un Barbero solo, che cento Frigioni; però io ho sempre stimato più una conclusione maneggiata bene, e ben considerata da un intelletto ancorchè solo, che le opinioni volgari, e comuni, massimamente quando siano in materie recondite, e difficili; anzi le opinioni in simili cose messe in modello, e fabbricate da ignorantissimo, e stolidissimo volgo, mi sono state sempre sospette di falsità, poichè gran maraviglia sarebbe, che in materie difficili il giudizio comune affrontasse il buono, il bello, ed il vero. Di qui ho tenuto, e tengo in grandissima venerazione la somma del Governo della Sereniſſima, ed eterna Repubblica di Venezia, la quale ancorchè, per natura Repubblica, debba esser governata dal numero di più, in ogni modo nelle materie difficili sempre viene indirizzata dal giudizio pesato di pochi, e non giudicata alla cieca dalla moltitudine della plebe. E' ben vero, che quello, che mette in campo proposizioni lontane dalla capacità comune, corre gran risico di esser bene spesso senz'altro processo, e cognizione di causa condannato; ma non per questo negl'importantissimi negozj si deve abbandonare la verità; ma sibbene si dovrebbe spiegare a suo luogo, e tempo con ogni chiarezza possibile, acciò bene intesa, e considerata, venga poi in benefizio comune abbracciata.

Questo

Digitized by Google

Questo, che dico in generale, mi è sovente intervenuto in moltissimi particolari, non solamente quando mi sono trattenuto nella semplice speculazione, ma ancora quando mi è occorso discendere alla pratica, ed alle operazioni; e sa molto bene la Serenità Vostra quello, che n'intervenne l'Estate passata 1641., quando per ubbidire al suo alto comandamento, rappresentai in pieno Collegio il mio sentimento intorno allo stato della Laguna di Venezia, che non mancando di quelli, che senza pur degnarsi d'intendermi, ma solo avendo subodorato, e malamente appreso il mio pensiero, mi si voltarono acerbamente contro, e con modi aspri, e con iscritture, e stampe piene di livore mi lacerarono in premio della prontezza, che io mostrai in ubbidire, e servire; ma rimasi sopra misura consolato, e favorito dal vedere, che tutti que' pochi, che si compiacquero sentirmi, restarono o persuasi affatto, che il mio pensiero fosse ben fondato, o almeno sospesero il loro savio giudizio fino a più matura considerazione. E pure di primo incontro mi occorre proporre cosa totalmente contraria all'opinione comunissima invecchiata, ed alle opinioni, e deliberazioni fatte più di cento anni addietro. Mosso da queste cose, e per soddisfare ancora alla promessa, che feci allora di rappresentare quello d'avvantaggio, che mi fosse sovvenuto intorno al medesimo negozio, ho risoluto di portare al Trono della Serenità Vostra un altro pensiero di non minore importanza, che forse in prima vista apparirà più strano paradosso, ma poi ridotto al paragone, e cimento dell'esperienza, riuscirà chiarissimo, ed evidentissimo. Se ne sarà fatto conto, sicchè risulti in benefizio dei felicissimi Stati di Vostra Serenità, io avrò ottenuto il mio desiderio, ed intento; quando che no, avrò soddisfatto a me stesso, nè avrò mancato all'obbligo di suo fedelissimo servo, e vassallo nato.

Quello, che proposi a' mesi passati intorno all'importantissimo negozio della Laguna, benchè toccasse solo espressamente il punto della diversione della bocca della Laguna già fatta, e messa in esecuzione, in ogni modo si può ridurre, ed intendere ancora alla diversione deliberata da farsi degli altri cinque fiumi, e del Sile in particolare.

Ora intorno a questo m'occorre rappresentare un accidente maraviglioso, che s'incontra quando si venga al fatto, il quale tengo per fermo, che sarà di total ruina della Laguna di Venezia. Io

Io dico dunque, che col divertir questi tre fiumi, che restano, quando bene la loro acqua, che scaricano di presente nella Laguna, presa tutta insieme non fosse se non quattro parti delle cinque, che portava già la Brenta sola, in ogni modo lo sbassamento dell'acqua nella Laguna, che sarà congiunta in quest' ultima diversione di quattro parti, che era tutta l'acqua, riuscirà doppio di quello, che è seguito per la diversione della Brenta sola, ancorchè la Brenta sola portasse cinque parti di quell'acqua, che i fiumi, che si debbono divertire, portano quattro: meraviglia veramente grande, e che ha totalmente dell'inverisimile, poichè a ridurre in netto tutta questa Proposizione è come il dire, che avendo noi tre fiumi, il primo de' quali scarichi cinque parti, il secondo tre, il terzo una, dal levare il primo ne sia seguito un tale sbassamento, dal levare il secondo ne debba seguire ancora altrettanto sbassamento, e finalmente dal levare il terzo debba sbassarsi l'acqua altrettanto; il che ha totalmente dell'impossibile. E pure è verissimo, ed io oltre alla dimostrazione, che me lo persuade, la quale spiegherò a suo tempo, ne posso portar avanti agli occhi esperienza tale, che non potrà esser negata da nessuno, ancorchè ostinatamente; e farò vedere, e toccar con mano, che con levare quattro parti sole delle cinque, che saranno state levate, lo sbassamento riesce doppio dello sbassamento seguito con levar prima le cinque solamente; la qual cosa essendo vera, come è verissima, ci farà conoscere quanto sia per riuscir perniciosa questa diversione di cinque fiumi, se sarà messa in esecuzione.

Da questo poco, che ho accennato, e dal molto, che potrei dire, consideri la Serenità Vostra con quanta circospezione deve esser maneggiato questo negozio, e di quanta cognizione dovrebbe esser corredato quello, che volesse servir bene in queste difficili materie.

Io per ora non ho spiegata la dimostrazione, nemmeno ho proposto il modo di fare l'esperienza, che posso fare in confermazione di quanto ho detto, acciocchè venendomi da chicchessia stata raccolta la dimostrazione, e storpiata l'esperienza, non segua poi, che la verità non risplenda con quella chiarezza, come sarà, quando sarà levata ogni caligine di difficoltà; ed allora quando non si tenesse conto delle ragioni da me addotte, e si chiudessero gli occhi all'esperienze, che senza spesa, e dan-

Digitized by Google

e danno si potranno fare, mi dichiaro, e mi protesto, che seguiranno grandissimi danni alle campagne di terra ferma; si faranno spese enormi senza utilità; la Laguna di sicuro si ridurrà quasi in secco, e si renderà impraticabile alla navigazione con manifesto pericolo della corruzione dell' aria; e finalmente ne seguirà irreparabilmente il riempimento, e la perdita de' Porti di Venezia.

Adì 20. Dicembre 1641. diedi parte all' Eccellentissimo Basadonna di questa mia seconda considerazione, dandogliene copia con altre scritture, la quale ho voluto registrare, sebbene pare, che non appartenga interamente al proposito nostro della Laguna.

MODO DI ESAMINARE LE TORBIDE, CHE ENTRANO, E RIMANGONO NELLA LAGUNA DI VENEZIA.

ALL' ECCELLENTISSIMO SIG. GIO: BASADONNA.

DUe opposizioni principalissime vengono fatte alla mia opinione intorno alla Laguna di Venezia; una fu quella, della quale si è trattato a lungo nella prima mia considerazione, cioè, che l'essere stata levata la Brenta dalla Laguna non può essere stata cagione di notabile sbassamento d'acqua nella Laguna, come io pretendo, ed in conseguenza, che se si rimettesse di nuovo la Brenta nella Laguna, l'alzamento non sarebbe cosa di momento, poichè considerata l'acqua della Brenta, e la grande ampiezza della Laguna, sopra della quale si dee spargere, e distendere l'acqua della Brenta, si trova, che l' alzamento riesce insensibile.

La seconda opposizione fu, che la Brenta viene torbida assai; e però quando venisse torbida nella Laguna, deporrebbe la terra, e la riempirebbe.

Intorno alla prima difficoltà s'è discorso assai nella prima mia considerazione, dove ho scoperto chiarissimo l'inganno dell' argomento, e mostrata la sua fallacia. Resta ora di esaminare la seconda, dove prima dico, che una delle prime cose, che proposi in questo negozio, fu, che reputava cosa impossibile fare mai opra nessuna, per utile che si sia,

Digitized by Google

si sia, che non abbia ad essere ancora di qualche danno, e pregiudizio; e però si dovea considerar bene l'utile, il danno, e pregiudizio, e poi fatto il bilancio si sarebbe potuto eleggere il meno dannoso partito. Secondariamente ammetto, che sia verissimo, che la Brenta alcune volte viene torbida; ma è anco vero, che la maggior parte dell'anno non è torbida. Terzo non vedo, nè intendo qual forza abbia quest' opposizione presa così alla larga, ed in generale; e mi pare, che non basti dire, che la Brenta viene torbida, ed asserire, che depone nella Laguna; ma ci dobbiamo più ridurre alla specificazione, e mostrare quanta sia questa torbida, ed in quanto tempo possa farsi questo riempimento; imperocchè troppo chiare, e specificate sono le ragioni, che concludono la rovina della Laguna, ed in brevissimo tempo, che si tratta di giorni, facendosi le diversioni dell'acque; e di più abbiamo il riscontro dell' esperienza, essendosi visto peggiorato lo stato delle cose dopo la detta diversione. Ed io ho dimostrato, che se si fosse messa in esecuzione la diversione del Sile, e degli altri fiumi, in pochi giorni la Laguna si riduceva quasi in secco, e si sarebbero perduti i Porti con altre pessime conseguenze; ma dall'altra parte, ancorchè si concedesse il riempimento, possiamo probabilissimamente dire, che non seguirà se non nel corso di molte, e molte centinaja d'anni. E non mi pare più prudente consiglio fare ora una risoluzione, ed abbracciare un partito per conseguire un benefizio assai incerto a pro di quelli, che hanno da venire dopo di noi molti, e molti secoli, con fare un pregiudizio sicuro a noi, ed a' nostri figliuoli viventi, e presenti.

Si conceda dunque (ancorchè io lo stimi falso,) che colle diversioni dei fiumi sia per conservarsi la Laguna in buono stato per molti, e molti anni avvenire.

Ma io dico asseverantemente, e pretendo dimostrarlo, che le diversioni ridurranno la Laguna a'nostri giorni quasi in secco, ed almeno con sì poca acqua, che sarà impraticabile la navigazione, e si chiuderanno infallibilissimamente i Porti. Pertanto dico in risposta a questa opposizione, che è necessarissimo prima per discorrer bene, e concludentemente, specificare, e mettere in chiaro quanto più si può il punto della quantità di questa deposizione di terra.

Ora

Ora quì dubito, che mi renderò ridicolo a quelli, i quali misurando le cose della natura colla scarsità del loro cervello, pensano, che sia impossibile assolutamente fare questa mia inquisizione, e mi diranno: *Quis mensus est pugillo aquas, & terram palmo ponderavit?* In ogni modo voglio proporre un modo, col quale almeno alla grossa si possa fare tale inquisizione.

Prendasi un vaso di figura cilindrica, capace di due barili d'acqua in circa, e poi riempiasi dell' acqua della Brenta alla sboccatura sua nella Laguna, in tempo che la Brenta vien torbida; e dopo che sia cominciata a scorrere torbida otto, e dieci ore, per dar tempo, che la torbida arrivi a S. Niccolò per uscire in mare, nel medesimo tempo prendasi un altro vaso simile, ed eguale al primo, e riempiasi dell'acqua della Laguna verso S. Niccolò; (ma avvertasi, che quest' operazione deve esser fatta nel tempo che l'acque escono, e quando il mare è tranquillo) poi rischiarate che saranno l'acque ne' suddetti vasi, levisi l' acqua chiara, e si consideri la quantità della terra, che resta, e si registri, tenendone memoria, e facilmente penso, che maggior quantità di terra sarà quella, che sarà restata nel primo vaso, che quella restata nel secondo vaso. Dopo che in un tempo la Brenta viene chiara, si replichino ambedue l'operazioni, ed osservisi la quantità della terra ne' suddetti vasi, perchè se fosse maggior la terra del primo vaso, sarebbe segno, che sottosopra in capo all' anno la Brenta deporrebbe terra nella Laguna, e così si potrebbe calcolare appresso a poco che proporzione ha la terra, che entra nella Laguna, a quella, che rimane; e da tale operazione si potrà far giudizio di quanto sarà espediente per pubblico benefizio. E quando in diversi tempi dell' anno si replicassero diligentemente le medesime osservazioni, più esatta notizia si avrebbe intorno a questa materia, e sarebbe bene far l' istesse operazioni in quei tempi, che da gagliardi venti viene conturbata, ed intorbidata la Laguna col proprio fango, sollevato dalle commozioni dell' acque.

Gran lume ancora darebbe questa notizia, se si facessero le medesime diligenze verso le sboccature del Lio, quando l' acque crescono, e quando calano in tempi quieti, perchè si verrebbe in cognizio-

ne se

ne se l'acque della Laguna sono più cariche all' uscire, che nell'entrare. Io ho proposto il suddetto modo di esaminare le torbide, per mostrare, che non dobbiamo così in generale, ed in aria pronunziare sentenza nessuna, ma venire alle più strette inquisizioni, e poi deliberare quello, che sarà espediente di fare. Altri potranno proporre più esquisiti esami; ma per ora a me basterà questo.

Voglio aggiugner solo, che se alcuno avesse maggior curiosità (sarebbe utile averla) d'investigare più innanzi la quantità dell'acqua, che entra nella Laguna con i modi dimostrati da me nel principio di questo libro, ritrovata che avrà la proporzione della quantità dell' acqua alla quantità della terra, verrà ancora in cognizione quanta terra lascia la Brenta nella Laguna in capo all' anno. Ma per far simili diligenze ci bisognano uomini intelligenti, e fedeli, e che siano adoperati per ordine pubblico, perchè ne risulterebbe segnalato benefizio universale.

DISCORSO SOPRA LA LAGUNA DI VENEZIA AL SIGNOR GIOVANNI BASADONNA.

NEl tempo che io leggeva pubblicamente le Matematiche nello Studio di Pisa, ed anco dopo che mi trovo al servizio di N. S. Papa Urbano Ottavo, ho avuto più volte occasione d' impiegarmi in diverse imprese in materie d'acque, nelle quali imprese valendomi di quelle notizie, che io aveva guadagnate negli studj miei di Geometria, e Filosofia sotto la disciplina dell' unico al Mondo Signor Galileo Galilei, ajutato da Dio, mi riuscirono in fatti sempre felicissimamente, e così essendo stato mandato da S. Santità a servire l' Illustrissimo, e Reverendissimo Monsignor Corsini, che fu deputato Commissario Generale sopra l'acque di Bologna, Ferrara, Romagna &c., con i medesimi fondamenti scopersi diversi particolari di gran momento, i quali non erano stati interamente conosciuti. E dopo nel corso di 16. anni ho avuti alle mani diversi negozj d' acque, come d' asciugare pantani, come di regolare acque per mulini, ed altri; colle quali imprese con i medesimi fondamenti, mezzi, ed ajuti ho dato compita

pita soddisfazione a quelli, i quali si sono compiaciuti comandarmi. E' ben vero, che come quello, che era necessitato dalla ragione di proporre spesso pensieri, e fare risoluzioni totalmente contrarie all' opinioni degl' Ingegneri, e Periti, ho incontrato sempre grandissime difficoltà, e sempre maggior fatica mi è stata l' accomodare gli animi, ed i cervelli degli uomini, che il porre in freno alle gran forze de' fiumi, e di precipitosi torrenti, e rasciugare varie Paludi. Queste difficoltà erano di varie sorte; ma le più principali erano l' ignoranza, e l' interesse altrui, e bene spesso la malignità, e l' invidia. Alle volte veniva assediato da una sola di loro, alle volte da due, ed anco da tutte insieme, in modo che difficilmente mi poteva riparare, e difendere, massime quando mi conveniva trattare con più potenti di me, ed accreditati.

Tra queste armi, che così fieramente mi assalivano, l' una era potentissima, colla quale si procurava da quelli, che da me dissentivano, di escludermi totalmente dai negozj (e gli è venuto fatto alle volte con notabili pregiudicj degl' interessati). Questa era, che andavano spargendo concetto, che sebbene io aveva qualche notizia in queste professioni delle Matematiche, e che sapeva in Cattedra, ed in discorso le cose mie con qualche vantaggio, in ogni modo mi mancava la pratica, parte principale, e senza della quale assolutamente non si può fare cosa nessuna di buono; e che però non mi sarebbero riuscite le cose in fatto come nel discorso io andava nelle occorrenze rappresentando, ed in cotal guisa si cercava di screditarmi, ed escludermi fuori da' maneggi: e sebbene nel progresso del tempo in moltissimi casi io dimostrava, che la buona teorica applicata bene alla pratica era la vera anima delle mie imprese, in ogni modo io era sempre col medesimo pretesto affrontato. Caso notabilissimo è stato quello, che mi è occorso in Venezia, mentre ho rappresentato il mio pensiero intorno alla Laguna, e Porti, dove essendo il mio pensiero tanto intorno al disordine, quanto intorno al rimedio totalmente contrario all' opinione comune, ed inveterata, è stato sul principio di poco, o di nessun momento riputato. Nè io pretendo sostenere ostinatamente contro a migliori ragioni il mio pensiero; ma quietandomi alle risoluzioni de'

Padroni, ſtarò aſpettando l'eſito, e mi rimetto totalmente alla deciſione, che farà la natura ſteſſa come a diffinitiva ſentenza. Ma perchè ancora in queſt'occaſione della Laguna mi viene oppoſta la medeſima eccezione di ſempre, cioè, che ancorchè i miei penſieri ſiano belli nel diſcorſo, non però nella pratica poſſono riuſcire; però ho determinato di mettere in conſiderazione a V. Eccell. alcune coſe in queſto propoſito, ſottomettendole al purgatiſſimo giudizio del ſuo intelletto arricchito per le ſcienze nella teorica, e per i graviſſimi negozj da lei maneggiati nella pratica, dichiarandomi, che mai mi ſono compiaciuto, nè mi compiaccio d'aver lodato un diſcorſo teorico, che mi rimaneſſe poi dalla pratica condennato.

Prima dunque conſidero, che comuniſſima fantaſia non ſolo appreſſo gli uomini ordinarj, ma ancora appreſſo i Periti, ed Ingegneri, ed anco appreſſo a' Filoſofi ſteſſi è, che le verità matematiche ſono vere sì, ma in aſtratto, in diſcorſo, ed in teorica; ma poi applicate alla materia, e ridotte alla pratica, non rieſcono, e di queſta loro ſentenza adducono alcune prove, le quali appreſſo di me, ed a mio giudizio non concludono niente; con tutto ciò hanno una certa apparenza così a prima faccia, che molti ne rimangono ingannati. Per dichiararmi meglio porrò un eſempio, col quale queſti, che impongono alle Matematiche queſto difetto, ed imperfezione, dicono:

Che ſia il vero, che le verità matematiche non ſi verifichino nell'applicazione, noi vediamo, che ſi fanno ſpeſſo modelli in piccolo, nei quali pare, che la coſa rieſca, ma quando poi ſi riduce alla pratica, ed all'eſecuzione, ci troviamo ingannati; e però da tale ſucceſſo concludono, che le Matematiche non rieſcono nella pratica: nel medeſimo modo i Filoſofi ſi ſottoſcrivono ancora loro a queſta ſentenza, dicendo, che le Matematiche ſi verificano in aſtratto ſeparato dalla materia, ma poi applicate alla materia, ed in concreto rieſcono falſe, e così dicono: che la sfera tocchi in un punto ſolo il piano, è veriſſimo in aſtratto, ma è falſo applicato alla materia, ed in concreto. Nel quale diſcorſo mi occorre dire, che quando viene affermata una Propoſizione controverſa, per camminare ordinatamente, la negativa dee caſcare preciſamente ſopra quella affermativa, che è

ſtata

Digitized by Google

ſtata propoſta, e non ſopra un'altra coſa, della quale non ſi è trattato, perchè così ſi rompe il filo del diſcorſo, ed è impoſſibile concludere mai coſa neſſuna come quì nel propoſito noſtro. La propoſizione dei Matematici è queſta: la sfera tocca il piano in un punto ſolo, ed è affermativa, e chi la vorrà negare, dee dire, che la sfera non tocca il piano in un punto ſolo applicata alla materia, intendendo di quella ſteſſa sfera, e piano, de' quali è ſtata pronunziata l' affermativa dal Matematico; altramente ſeguirebbe, che ſi confonderebbe il diſcorſo, affermandoſi dal Matematico una coſa, e negandoſene un'altra dal Filoſofo. E che ſia il vero, che nel caſo noſtro ſi commetta tale mancamento, è manifeſto: imperocchè quando in riſtretto il Filoſofo adduce la prova della ſua Concluſione, noi vediamo, che la sfera del Filoſofo non è più la sfera del Matematico; nemmeno il piano, ed il punto del Filoſofo è quello del Matematico; talchè chi voleſſe dire in chiaro la propoſizione del Filoſofo, biſognerebbe dire: la sfera, che non è sfera Matematica, non tocca in un punto ſolo il piano, che non è piano Matematico. Ma io ſono molto ben ſicuro, che neſſun Matematico ha mai detto in contrario, anzi io prometterei per parte di tutti i Matematici del Mondo, che preſteranno il loro aſſenſo intero alla Propoſizione filoſofica. La verità dunque è, che le propoſizioni Matematiche ſono verità, che ſempre ſono ſtate, ſono di preſente, e ſaranno ancora per l' avvenire vere, ed eternamente vere, ed in aſtratto, ed in concreto, e congiunte colla materia, e da eſſa ſeparate. Voglio ancora dichiararmi meglio in termini Logicali: le Propoſizioni hanno due parti principali; la prima vien detta il Subietto, la ſeconda il Predicato, che viene ancora chiamato il Queſito. La Propoſizione *sphera tangit planum in puncto* ha per Subietto *sphera*, le parole ſeguenti *tangit planum in puncto* rappreſentano il Queſito, o vogliam dire il Predicato; e però chi vorrà negare queſta Propoſizione, gli converrà negare il toccamento di una sfera in un punto ſolo; che è quello, che viene affermato dal Matematico.

Di più io concederò al Filoſofo, che le Propoſizioni Matematiche ſono falſe applicate; ma perchè i Matematici hanno per propo-

Digitized by Google

sizione vera, che moltiplicandosi il numero dispari per dispari, il prodotto è sempre dispari, come per esempio il 3. moltiplicato per 5. fa 15., che è numero dispari in astratto; sarà obbligo del Filosofo dimostrare, che in concreto tre volte cinque melloni facciano un numero di melloni pari; e perchè tre melloni presi cinque volte fanno 15. melloni in concreto, sarà necessario, che il Filosofo mantenga, che 15. melloni riescono numero pari in concreto, cosa manifestissimamente falsa.

Applicando ora tutto questo discorso più al proposito nostro, Eccell. Sig., dico, che a me pare, che noi ci andiamo avviluppando nel medesimo modo nel caso nostro delle Lagune, e di quello, che io ho detto nelle mie considerazioni. Imperocchè io ho proposto nelle mie scritture due cose principalmente, e subito il mio discorso viene sfatato con dire, che il mio pensiero è bello sì, ma in astratto, ma poi in pratica non riesce. Quì non vorrei si affermasse, o negasse una cosa, la quale non sia stata da me affermata, o negata; e di più vorrei, che specificatamente si dicesse: tu hai detta la tal cosa in speculazione, la quale poi non riesce in pratica. La prima cosa, che ho detto, è, che mi pare necessario sapere: se lo scoprimento del terreno nella Laguna proceda dall' alzamento del terreno, ovvero dallo sbassamento dell' acque, ovvero da tutte due insieme le cagioni; e questo l' ho detto in teorica congiunta colla pratica. Perchè se la verità è, che se l' acqua nella pratica fosse realmente mancata, e che in pratica volessimo continuare a divertire l' altre acque, e fiumi, che di presente sgorgano nella Laguna, io tengo, e dico risolutamente in teorica, ed in pratica, che le nostre provvisioni, ed operazioni riusciranno nella pratica a nostra maggior rovina: e perchè in pratica è stata 50. anni sono levata la Brenta dalla Laguna, io osservo in questa pratica, che le cose vanno di male in peggio, e però io desidero, che giacchè io parlo nella pratica, colla medesima pratica mi si risponda; perchè finora mi pare, che io con maggior ragioni, e verità possa rinfacciare a quelli, che sentono diversamente da me, che le cose loro non sono vere nè in pratica, nè in teorica; poichè la verità è, che noi abbiamo in pratica lo scoprimento delle secche, abbiamo in pratica la difficoltà della navigazione, ed abbiamo in pratica il riempi-

Digitized by Google

pimento de' Porti, e questo veniva comunemente senza pensare altro riputato alzamento, e riempimento di terreno: ma in buona teorica quando noi abbiamo un effetto, il quale possa provenire da due, o più cagioni, non se ne dee affermare una sola risolutamente, senza considerare ancora che parte ci possano avere ancora l'altre, e quanta; e questa è buona teorica, la quale riuscirà verissima sempre ancora nella pratica. E quì mi ricordo, che quando io nel primo ragionamento proposi a V. Eccell. questo pensiero, significandole, che le acque erano mancate, subito ella esclamò questo è un gran punto, questo è un gran punto; e mosso da questo cominciò a inclinare benignamente l'orecchio alle cose, che io proponeva, ed il suo comandamento fu cagione, che io distendessi in scrittura la mia prima considerazione, e continuassi con replicati studj, e fatiche in applicarmi a questa impresa, nella quale, quando non avessi fatto altro, ho indotta la somma prudenza di cotesto Eccelso Senato a sospendere la diversione del Sile, e degli altri quattro fiumi; impresa, che non si poteva fare se non con più d'un milione d'oro, dalla quale sarebbero seguiti assolutamente danni immensi alle campagne di terra ferma, e quello, che è peggio, la Laguna si riduceva subito quasi in secco, e ne sarebbe seguito il riempimento, e perdita de' Porti; cose tutte, che avrebbero necessitata la Serenissima Repubblica a ritornare le cose almeno nello stato presente con aver persa la spesa di così grossa somma di denaro.

E per tornare al nostro proposito dico, che la pratica non riesce loro, perchè avendo divertita la Brenta dalla Laguna, lo stato delle cose è peggiorato, e se si continuava a deviare, come era deliberato, l'altre acque, si sarebbero scoperte maggiori ampiezze di secche, ed in somma non gli riuscirà in pratica mai in eterno navigare senz'acqua; e se questi, li quali tanto vilmente trattano la teorica, gloriandosi nella pratica, osservassero quello, che in pratica opera la natura, resterebbero confusi, osservando, che il Rodano non ha mai in tanti secoli riempito il Lago di Ginevra; la moltitudine de' fiumi, che scaricano le loro acque nel Lago maggiore, nel corso di tanti secoli non l'hanno ancora riempito, nè minacciano di riempirlo; il fiume Adda con i suoi colleghi non hanno interrito il Lago di Como; il fiume Ollio non ha riempito

Digitized by Google

il Lago di Sebino; la Sarca non ha mai riempito il Lago di Garda, con tutto che ne' suddetti Laghi precipitino di molti altri torrenti, i quali vengono torbidissimi. Se questi tanto gelosi, che la Brenta, e gli altri fiumi riempino la Laguna, osservassero, ed intendessero questa pratica, deporrebbero la temenza, dalla quale mossi confondono il loro corso con tanti danni, e pregiudizj in modo, che io posso con verità rinfacciare loro, che non hanno teorica, nè pratica; anzi quì dico di più: che siccome mai sarà buona teorica quella, che non riesce ancora in pratica, così all' incontro mai non sarà buona pratica quella, che non sarà fondata nella buona teorica: e tengo per fermo, che quando noi avremo in teorica una Conclusione ben dimostrata, dovrà sempre riuscire ancora nella pratica, e non riuscendo, sarà segno manifesto, che non sarà stata messa in pratica con tutte le sue circostanze quella Conclusione, che era stata approvata dalla teorica; sicchè il difetto non nasce dalla teorica, ma dipende dal non essere stata applicata bene alla pratica.

E da quanto si è detto abbiamo la risposta all' altra obbjezione, che vien fatta dei modelli in piccolo, che poi non riescono in grande. Imperocchè quando si riducono in grande, vien messa in campo un' altra cosa diversa da quella, che prima era stata proposta; ovvero chi considera bene questo negozio, ritroverà, che ne' modelli piccoli noi abbiamo quelle forze tenui, e quelle resistenze tenui, ma potenti a resistere, ed in cotal modo il modello piccolo riesce; ma quando vogliamo ridurre la cosa in grande, vengono moltiplicate le forze, che tormentano la macchina, ma non si moltiplicano già le resistenze con quella proporzione, che si moltiplicano le forze; e però non resistono, e non riescono in grande, conforme a quello, che mirabilmente, e sottilmente ha dimostrato il Signor Galileo nel particolare trattato, che fa di questa materia. Pertanto concludo, che il mancamento non è nella teorica; ma viene perchè non essendo bene intesa per il poco avvedimento dei pratici, ne rimane la pratica delusa, e defraudata. E tanto basti d' aver detto per ora a questo proposito.

ILLU-

Digitized by Google

Illustrissimo, ed Eccellentissimo Signore, e Padrone Colendissimo.

Mi consolano più quattro righe d' applauso di V. Eccell., che non mi conturbano le spropositate contraddizioni di quelli, che mi hanno tanto maltrattato. Ho letta la lettera, e la ringrazio, che abbia significato a Sua Serenità il mio pensiero. Non ho cosa, che più mi prema in questo mondo, che servire in così grand' impresa non solo la maravigliosa Città di Venezia, ma l' Italia tutta, anzi l' Europa, e l' Asia, e l' Africa stessa, come conoscerà quello, che considererà, che la conservazione di Venezia è interesse universale, sto per dire, di tutto il Mondo intero. A' giorni passati diedi parte al P. Fra Bonaventura Cavalieri, Matematico di Bologna, di questo mio pensiero intorno alla diversione de' cinque fiumi dalla Laguna; mando a V. Eccell. la copia della lettera, acciò veda che sorte di mercanzia è questa, e se è roba da cervelli plebei, ed imbrattati d' ignoranza, e di malignità, o pure impresa da pochi, e se non fosse temerità troppo arrogante, direi d' un solo. Io son pronto a far toccare con mano con esperienze in piccolo, in grande, ed in grandissimo la verità delle mie proposte; ma ci è bisogno di lingua, occhi, braccia, orecchie, e mani, non di penne, inchiostro, e carta; e credo assolutamente, che s' ingannino quelli, che pensano, e pretendono dalle cose, che io ho dette, e scritte fin quì, poter operare, ed indirizzare bene questa macchina tanto vasta, perchè quando si ridurranno all' operazione, ovvero tralesceranno qualche cosa, che non sarà da loro bene avvertita, e stimata, ovvero c'incastreranno qualche loro vana fantasia, la quale sarà potente a sconcertare il tutto. E questa è la cagion principale, per la quale io sono risolutissimo di non dichiararmi più oltre, nè venire all' espressione dell'esperienza, se non la farò io stesso in cospetto di tutta Venezia, perchè non è dovere, che le cose, che io coll' ajuto di Dio, e con fatiche, e vigilie di mente, e di corpo ho ritrovate, mi siano lacerate dal dente avvelenato de' maligni. Parlo libero, perchè parlo con un Senatore d'intelletto elevatissimo, ed integerrimo, come è V. Eccell.,

Digitized by Google

alla prudenza del quale rimetto il dar parte di questa mia al Serenissimo Principe, al quale rimasi schiavo in catena l'estate passata, quando io ebbi occasione di godere da vicino l'indicibile benignità, la lucidezza del suo ingegno, e la somma, ed altissima prudenza di S. Serenità. E di più V. Eccell. (se così le pare) disponga, e prometta ogni mia devota, e fedele servitù a tutti codesti Eccell. Signori, ed io di quà sono quasi sicuro, che se sarò richiesto, avrò licenza di venire a Venezia, e servire per quel tempo, che sarà di bisogno: con che le fo riverenza. Roma li 18. Gennajo.

Di V. Eccell.

Devotiss., ed Obbl. Servitore
D. Benedetto Castelli.

Diedi parte della sopraddetta mia seconda considerazione al molto Reverendo Padre Fra Bonaventura Cavalieri Professore nello Studio di Bologna, pregandolo a dirmi liberamente il suo sentimento; e la lettera fu come segue.

Molto Reverendo Padre Padrone Colendissimo.

Ho inteso dalla lettera di V. P. M. Rev. con mio grandissimo gusto, che ella abbia applicato il suo intelletto alla contemplazione della figura dei Cristalli del Telescopio, perchè son sicuro, che arriverà a scoprire scientificamente quello, che si può in questa maniera.

Di Firenze tengo poco buone nuove del nostro venerabile Vecchio, del gran Galileo, e mi spaventa l'età grave, quando bene l'infermità (che pure è di considerazione) non fosse tanto grande. Io poi vado avanti nella mia contemplazione dell'acque, nella quale mi sono incontrato in un accidente maraviglioso, e totalmente inopinabile, ma vero. Dee dunque sapere, che avendo io l'estate passata, mentre mi ritrovai in Venezia, biasimata in pieno Collegio la diversione fatta della Brenta dalla Laguna, come pregiudiciale alla medesima Laguna, ed avendo nei tempi passati quegli Eccell. Signori deliberato di divertire ancora il fiume Sile con quattro altri fiumi, i quali tutti insieme presi, non credo,

che

che ſcarichino tanta copia d'acqua nella Laguna, quanta faceva già la Brenta ſola: penſando io quanto sbaſſamento d' acqua poteſſe cagionare la diverſione di queſti cinque fiumi, quando foſſe meſſa in eſecuzione, ho ritrovato, che dato che colla diverſione della Brenta dalla Laguna di Venezia ſi ſia fatto un tale sbaſſamento d' acque in eſſa Laguna, come v. gr. d'un piede, e dato che la quantità dell' acqua, che ſcaricava la Brenta nella Laguna avanti la diverſione, foſſe cinque parti d' acque di quelle, che gli altri cinque fiumi, che reſtano da divertirſi, ſcaricano quattro, in ogni modo lo sbaſſamento, che ſeguirà da queſta ultima diverſione, ſarà doppio di quello, che è ſeguito per la diverſione della Brenta ſola, cioè ſarà due altri piedi. Or veda V. Rev. ſe pare poſſibile, che venendo già nove parti d' acqua eguali nella Laguna in un determinato tempo, e che col divertirne cinque parti ſi ſia sbaſſata l'acqua nella Laguna un piede, col divertirne poi le altre quattro parti ſole ſi debba sbaſſare la Laguna due altri piedi davvantaggio; e pure è veriſſimo, ed io oltre alla dimoſtrazione, che me lo perſuade, ne ſo, ſi può dire ogni giorno, l'eſperienza, la quale rieſce tanto puntuale, che più non ſi può dire. Ne ho già dato parte in Venezia ad alcuni Senatori miei padroni, ed aſpetto che riſpoſta ſiano per darmi: queſto tengo bene per certo, che ſia per mettere il cervello a partito a molti l'accidente da me ſopra narrato, e di grandiſſime conſeguenze in queſti negozj d' acque, ed in particolare in codeſte acque delle valli di Bologna, e di Ferrara, e di codeſte Provincie.

Per compimento del tutto voglio ſpiegargli lo ſcherzo della natura in generale intorno a queſto propoſito. Dico dunque, che dato che un fiume cammini con una data altezza, e che quella ſia diviſa in quante parti eguali ſi voglia, e poi che tutta la quantità dell'acqua, che corre in un determinato tempo per quel fiume, ſia diviſa in tante parti eguali, quante unità ſono nel quadrato del numero delle parti dell' altezza, e venga divertita dal fiume la differenza delli due maſſimi quadrati delle parti dell'altezza (la quale di neceſſità caſcherà ſempre nel numero diſpari) lo sbaſſamento nel fiume ſarà eguale preciſamente ad una di quelle parti, nelle quali fu diviſa tutta l'altezza del fiume. E quello, che ha più del maraviglioſo, è, che ſe ſaranno divertite dal fiume conſeguente-

te-

Digitized by Google

temente le differenze dei quadrati inferiori delle parti dell' altezza (le quali poi son tutti i numeri dispari conseguentemente minori della prima differenza) lo sbassamento riesce sempre il medesimo, cioè il fiume cala sempre di altezza una di quelle parti, nelle quali fu divisa tutta l' altezza, ancorchè quelle detrazioni siano eguali. So, che V. Riv. non ha bisogno d' altra dichiarazione; in ogni modo per altri, a' quali venisse in mano questa mia, mi dichiaro con un esempio.

Corra un fiume in una altezza, la quale venga divisa in 10. parti eguali; ed intendasi tutta l' acqua, che passa pel fiume in un dato tempo, come sarebbe in un minuto d' ora, essere 100. tali misure (numero quadrato del 10. denominatore delle parti, nelle quali fu divisa l' altezza del fiume) e poi siano divertite dal fiume diciannove di quelle misure, delle quali tutta l' acqua era 100. (le quali 19. misure sono la differenza tra il 100., e l' 81. quadrati massimi susseguenti delle parti di tutta l' altezza del fiume) lo sbassamento del fiume sarà solo un piede, cioè la decima parte di tutta l' altezza del fiume. E poi dico di più, che col levare 17. altre misure delle rimanenti 81., sicchè restino nel fiume solo 64. misure, il fiume si sbassa un altro piede, cioè una decima parte di tutta l' altezza del fiume, e così dalle 64. levandone 15., e poi 11., e poi 9., e poi 7., e 5., e 3., e una, sempre in queste diversioni, ancora che siano tanto ineguali, lo sbassamento riesce eguale, cioè sempre in ciascheduna diversione il fiume si sbassa un piede, che è la decima parte di tutta l' altezza. Nè quì finisce la maraviglia di questo puntualissimo giuoco della natura; poichè occorrendo per diverse cagioni, che il medesimo fiume e per le varie inclinazioni del suo letto, e per altro va sempre mutando l' altezze sue, in ogni modo i suddetti sbassamenti sempre seguono colle medesime proporzioni. A me sono parse queste cose tanto belle, e di tanto grandi conseguenze nelle materie, che giornalmente occorrono intorno all' acque, che non posso far di meno di non pensarci giorno, e notte. Perchè oltre a quello, che appartiene al grandissimo negozio della Laguna di Venezia, come io ho dimostrato in un mio particolare discorso, abbiamo una notizia chiara quanto siano stati gravi i disordini seguiti nelle larghe campagne di Bologna, Ferrara, Ravenna, Romagna, e Romagnola; e potrei aggiunge-

re

Digitized by Google

re molti altri casi quì in Italia, e di sicuro (non essendo bene intesa questa materia) si scoprirebbe quanto, intendendosi, sarebbe di benefizio nell' altre provincie, ed in particolare nei paesi bassi della Fiandra, ed altri. Abbiamo ancora evidente l' errore, che si fa nel dividere le acque delle fontane per adacquare le campagne, altre volte in altri discorsi da me scoperto. Ho voluto dar parte di tutto a V. P. Molto Rev., perchè mi sarà caro, che ella mi scriva il suo sentimento, accompagnandolo con qualche suo comandamento, e le bacio le mani. Roma il 1. del 1642.

Di V. P. Molto Rev.

Affez., ed Obb. Servitore
D. Benedetto Castelli.

La Risposta alla sopraddetta Lettera fu come segue.

MOLTO REVERENDO PADRE PADRON COLENDISSIMO.

ENtrerò ancor io in mezzo all'acque tirato dalla forza del suo potente ingegno, dove ella dice ritrovarsi giorno, e notte; ma tuttavia si ricordi, qual pietoso Maestro, di porgere il braccio salutare al povero Bonaventura, se come mal pratico in queste acque lo vedesse nel profondo delle difficoltà naufragare. Prima dunque mi congratulerò seco, che ella impieghi le discipline Matematiche in parte, dove non solo possono deliziosamente pascolare gl' ingegni speculativi, ma utilissimamente ancora esercitarvisi quelli, che solo gradiscono le pratiche di queste scienze; cosa, che non gli può riuscire se non di grandissima gloria. Ho sempre ancor io sentito questo prurito di mostrare al Mondo quanto di utilità sia nascosta sotto la stimata dal Mondo ruvida scorza delle Matematiche; ma il vedermi tolto dalla mia crudele infermità il modo di esercitare l'esperienza, fedelissima, e fruttuosissima compagna delle nostre scienze speculative, mi ha fatto contro mia voglia sopprimere quasi affatto questo mio gran desiderio. Non posso dunque in risposta di quella parte, che mi apporta con distintissimo ragguaglio del nuovamente ritrovato accidente dell'acque, dir altro che qualche bagattella, dipendente solo dalla mia debole speculazione; e se niente ci

fosse

Digitized by Google

fosse degno della sua intelligenza, il tutto dipenderà dalla dottrina del suo prezioso, e dottissimo libro. Dico adunque, che senza dubbio pare maraviglioso, e totalmente inopinabile questo accidente, che con la diversione di manco acqua, che non fu quella della Brenta, divertita dalla Laguna di Venezia, sia per seguire maggiore sbassamento d'acqua in detta Laguna, che non fu quella della prima diversione. Tale è riuscito a prima fronte a me ancora; ma avendoci poi pensato più attentamente, mi è parso dover essere così necessariamente; e questo mi persuado d'aver francamente penetrato, camminando colla saldezza de' suoi principj. Ella c'insegna, che la velocità, e tardità dell'acqua fluente fa, che la medesim'acqua si possa smaltire ora per minore, ora per maggiore sezione dell'alveo, pel quale essa corre, e perciò c'insegna ancora, che se dall'acqua d'un alveo divertiremo due moli d'acqua eguali, ma una veloce, e l'altra tarda, la veloce (la quale perciò passava per minor sezione) farà uno sbassamento minore di quello, che farà la tarda (che passa per necessità per maggior sezione). Bisognerà dunque dire, che col divertire la Brenta levarono dalla Laguna acqua più veloce di quella, che si leverebbe colla diversione de' fiumi rimanenti, ancorchè questi fiumi tutti insieme facessero quanto la Brenta, ed anco meno fino ad un certo segno; ma egli è pur vero (confermandosi ciò coll'esperienza) che correndo in un alveo l'acqua più alta, vi cammina anco più veloce: adunque quando la Brenta entrava con gli altri fiumi nella Laguna, formava in essa un corpo d'acqua, che vi correva più veloce, che non fa ora quella sola de' detti fiumi; adunque levando la Brenta, hanno levata acqua veloce, e levando i detti fiumi, leveranno acqua tarda; e però lo scemamento dovrà esser maggiore, anco che questo fosse minore di quella fino ad un certo segno. Questo, che io dico, mostra bene in generale questa verità; ma per comprendere ancora particolarmente (saputasi la proporzione, che ha l'acqua della Brenta a quella dei detti fiumi, cioè quella, che essi mettono, o metterebbero nella Laguna nel medesimo tempo) che proporzione avrebbero i loro sbassamenti, stimo, che tutto dipenda da questa proporzione: che l'acqua, che scorre in un alveo in un dato tempo, all'acqua, che scorrerà nell'istess'alveo pure nel dato tempo (divertita una parte di dett'acqua) avrà la stessa pro-

por-

porzione, che avrà il quadrato della prima altezza al quadrato della seconda altezza, che si fa dopo la diversione. Ho applicato il pensiero alla prova, ed ho trovato, che mi serve eccellentemente la Proposizione quinta del suo Libro; poichè dimostrando quivi ella, che se un fiume scaricherà una quantità d'acqua in un tempo, e poi gli sopravverrà una piena, la qualità dell'acqua, che si scarica in altrettanto tempo nella piena, a quella, che si scaricava prima mentre il fiume era basso, ha la proporzione composta delle proporzioni della velocità della piena alla velocità della prim'acqua, e dell'altezza della piena all'altezza della prim'acqua. Se io provassi, che la velocità della piena alla velocità della prim'acqua fosse come l'altezza della piena all'altezza della prim'acqua, saria manifesto allora, che le acque scaricate nell'istesso tempo nell'uno, e nell'altro stato del fiume sariano come i quadrati dell'altezze, componendosi allora di due proporzioni, dell'altezza all'altezza, e della velocità alla velocità.

Ma per provare questo non ho avuta fortuna d'incontrare ragione, che appieno mi soddisfaccia; non resterò però di dirgli quello, che mi è passato per la mente con pregarla a levarmi quelle difficoltà, che io ci ho dentro, e con favorirmi della dimostrazione di questa verità, la quale parmi, che vada accompagnata con l'altra suddetta, cioè che in un fiume, che cresca d'altezza per acque, che vi entrino, o che scemi per acque divertite, l'incremento, e decremento dell'altezza cammini con pari proporzione con quello della velocità.

Io discorro così. Sia (*a*) A E F K l'alveo, nel quale cammini l'acqua per la sezione D F alta come D E con una tale velocità; intendasi poi messa tant'acqua nello stesso fiume, che cresca fino in C H, correndo nel fiume con l'altezza C E doppia di D E. Dico, che l'acqua vi camminerà con doppia velocità, e per concludere questo, intendo tutta l'acqua, che scorre per C F, divisa in due pezzi C G, D F mediante la superficie superiore dell'acqua D F, che passa per D G, e considero, che l'acqua C G come portata dall'acqua D F dee fare nello stesso tempo lo spazio, che farà la D F; e di più in-

(*a*) *Fig.* 14. *Tav. II.*

Digitized by Google

intendendosi scorrere l'acqua C G sopra la superficie, che passa per D G, come sopra suo letto, nella guisa che D F scorre sopra il fondo, dee l'acqua C G avere forza di trapassare altrettanto spazio, quanto ne passa la D F: adunque l'acqua C G avrà la forza di trapassare doppio spazio di quello, che passa la D F nell'istesso tempo, onde sarà doppiamente veloce; così proveremo l'acqua B H sopraggiunta nell'altezza B C eguale alle C D, D E essere tripla nella velocità a quella di D F, e così di mano in mano. E finalmente avendo dimostrato questo, io provo poi generalmente per tutte l'altezze, come si fa circa la 1. del *6.* d'Eucl., cioè che la velocità alla velocità è come l'altezza all'altezza ec. Ma quì ci ho principalmente due dubbj; prima che per questa mia ragione bisognerebbe, che in un fiume l'acque superiori camminassero più veloci delle medie, e queste dell'inferiori; il che non so come ben concordi coll'esperienza; dipoi perchè il letto E F, e gli altri D G, C H stimo, che non abbiano la stessa pendenza, ma siano sempre più elevati dall'orizzonte, onde per questo l'acqua C G intesa scorrere sopra il letto D G doveva scorrervi più veloce, che la D F sopra E F, oltre ad altre difficoltà, che per brevità tralascio; onde la prego a sciogliermi questi nodi, ed a favorirmi di più legittima prova. E questo stimerò io assai sicuro; poichè parmi, che avuta la velocità di un fiume posto in una tale altezza d'acqua, lo potremo poi avere pel calcolo nell'altre altezze ancora. Supposta dunque questa verità, e che l'acque scaricate in un fiume posto in diverse altezze, e quelle nell'istesso tempo, sieno come i quadrati dell'altezze, non mi pare difficile intendere per vero, che essendo l'acqua della Brenta parti cinque, e quella de' detti fiumi parti quattro, se lo scemo di quelli sia un piede, di questi debba essere due piedi, poichè essendo l'aggregato dell'acque della Brenta, e di detti fiumi a quella di detti fiumi come nove a quattro, le radici de' quali saranno le altezze, cioè l'aggregato faceva piedi tre, e quello de' fiumi fa piedi due, e tanto dovrà scemare l'acqua levati i fiumi. Da questo credo, che ella parimente comprenderà se io capisco l'altro esempio, nel quale si suppone l'acqua del fiume alta palmi 10., secondo le differenze de' cui quadrati, cioè delle parti dell'altezza da 10. fino all'unità, detratti i cor-

i corpi d'acqua con l'isteſſa proporzione, ſeguono pure gli abbaſſamenti eguali ec. Ma perchè è pieno il foglio, arginando per ora a queſt'acque, ed al mio troppo loquace diſcorſo, farò fine, pregandola a ſcuſarmi ſe avrò, come nuovo in queſta materia, detto qualche ſcioccheria, avendo io detto queſto per ubbidirla, ſiccome farò ſempre come ſuo ſviſceratiſſimo diſcepolo, alla quale faccio per fine umiliſs. riverenza. Di Bologna 11. di Gennajo 1642.

Di V. P. M. Rev.

Div., ed Obbl. Serv., e Diſcepolo
Fra Bonaventura Cavalieri.

LETTERA ALL' ILLUSTRISSIMO, ED ECCELLENTISSIMO SIG. GIO: BASADONNA.

Mando a V. E. la copia della riſpoſta, che ho avuta dal P. Matematico di Bologna, e vedrà la ſublimità di quell'ingegno; poichè a lui ancora nel principio è paruta la propoſta mia intorno allo sbaſſamento della Laguna maraviglioſa, ed inopinabile; ma poi conſiderata bene con i ſaldi fondamenti della dottrina del mio diſcorſo della miſura dell'acque correnti gli è paruta non ſolo vera, ma neceſſaria. Orsù, Eccellentiſſimo Padrone, queſto negozio tanto importante conſiſte in due capi, ad uno de' quali ſi dee ridurre, perchè ovvero ſi dovrà fare la diverſione già deliberata del Sile, e degli altri quattro fiumi, ovvero non ſolo ſi laſcieranno ſtare li detti fiumi, ma ſi dovrà rimettere prima la Brenta nella Laguna. Il primo partito non ſi può mettere in eſecuzione ſe non con groſſiſſima ſpeſa di più di un milione d'oro, come ella ſa. Il ſecondo partito ſi fa con ſpeſa di niente, perchè non arriverà a 200. Ducati. Intorno al primo non ſi può fare eſperienza neſſuna, che ci chiariſca della verità, e della riuſcita ſe ſia per eſſer utile, o pernicioſa l'impreſa: intorno al ſecondo ſi può fare eſperienza faciliſſima, che ci aſſicurerà del fatto. Nel primo ſiamo neceſſitati a zarare all'oſcuro non ſolo la gran ſpeſa, ma ci eſponghiamo al pericolo manifeſto di cagionare grandiſſimi danni in terra ferma, della perdita della Laguna, e del riempimento de' Porti, ſenza una minima ſperanza di ricuperare mai nè anco un minimo denaro ſpeſo: nel ſecondo ſi opera

ra in ſicuro col pegno in mano dell'eſperienza, corteſe maeſtra anco degl'ignoranti. Se il primo non rieſce, ſiamo irreparabilmente caſcati in un grandiſſimo precipizio; ſe il ſecondo non torna bene, il rimedio è faciliſſimo, e prontiſſimo. Al primo ſi ponno opporre grandiſſime difficoltà di ragioni, come io ho fatto nelle mie ſcritture ſopra queſto negozio; il ſecondo viene comprovato da ſaldiſſimi diſcorſi, e da efficaciſſime ragioni. Però mi pare, che conſiderate queſte coſe intelligibili da tutti, ancorchè non abbiano ſtudiate le Matematiche, ſia aſſai facile la riſoluzione. Però non dico altro; ma ſtarò attendendo i comandamenti; ed a V. E. fo umiliſs. riverenza, inchinandomi al Sereniſs. noſtro. Roma li 8. di Febbrajo 1642.

Di V. Eccell.

Dev., ed Obbl. Serv.
D. Benedetto Caſtelli.

Finalmente del meſe d'Aprile ebbi la ſeguente lettera dal Rev. P. Don Orazio Barbiſoni Abate di S. Niccolò del Lio, dalla quale rimaſi conſolato, vedendo, che la mia propoſta, ancorchè ſul principio foſſe parſa ſtravagante paradoſſo, ed aveſſi incontrato ſenſo totalmente avverſo all'opinione comuniſſima invecchiata, ed abbracciata con deliberazioni pubbliche di più di cento anni addietro, in ogni modo cominciava a pigliar piede, a ſegno che molti di preſente ſono venuti nella mia ſentenza; e quello, che mi è paruto ſegno di eſſermi appoſto al vero, è, che neſſuno di quelli, de' quali mi ho guadagnato l'aſſenſo, ſi è ritirato di nuovo alle prime fantaſie; ma ogni giorno molti ſi piegano, ed inclinano alla mia opinione; ho però voluta regiſtrare quì la lettera medeſima in confermazione di quanto ho detto, ed anco per la ſtima, che io fo del ſuddetto Padre per dignità, e carichi ſupremi avuti, e nato Cavaliere della mia Patria Breſcia.

REVERENDISSIMO PADRE PADRONE COLENDISSIMO.

ALla fine ſono ſtato dall'Eccell. Baſadonna, ora che meno aggravato dalla ſua gotta può attendere anco agli affari degli altri: abbiamo a lungo diſcorſo della Laguna, e loda eſtremamente le conſiderazio-

zioni di V. P. R., dalla prudenza della quale sono state formate; e mi ha detto, che questi Signori hanno fatta grandissima stima della prima considerazione, che già quì in persona esplicò; ma che si è accresciuta la stima del gran sapere di lei dalla seconda; che però sono rimasi in se ruminando la materia; e mi ha aggiunto, che per le rilevanti ragioni addotte in esse considerazioni hanno lasciata l'operazione, che avevano pensata di fare con sì grande spesa: frutto non piccolo di esse considerazioni; e mi ha anco detto, se questi Signori vengono in alcuna risoluzione, la faranno chiamare per assistere alle deliberazioni. Tali sono state le formate parole di lei. In somma ho conosciuto realmente, che S. E. ha gran desiderio di servire a V. P. Rev., alla quale bacio le mani. Venezia 11. Aprile 1642.

Di V. P. Rev.

Dev., ed Obbl. Servitore
D. Orazio Barbisone.

LETTERA ALL'ILLUSTRISSIMO, ED ECCELLENTISSIMO SIG. GIO: BASADONNA.

ILLUSTRISSIMO, ED ECCELLENTISSIMO SIGNORE, E PADRONE COLENDISSIMO.

IL Rev. Barbisone Abate del Lio mi scrive, che V. E. ha passato seco lungo discorso intorno alla Laguna di Venezia, e che i miei pensieri sono stati ruminati, e che in somma ne vien fatta stima grande, in particolare della seconda parte aggiunta. Io so, che ho detto il vero; contuttociò tengo obbligo a V. E., perchè so, che ella l'ha rappresentato in modo, che ci si è fatta matura riflessione, e quanto più sarà inteso quello, che ho detto, tanto più sarà apprezzato. Io non pretesi mai, che la proposta mia fosse subito abbracciata, perchè conosceva molto bene, che la novità delle cose da me rappresentate, e l'essere loro totalmente contrarie all'opinione comunissima, ed invecchiata, ed essendo ancora per se stesse assai astruse, e difficili, e di gran lunga superiori alla capacità volgare degli Architetti, Periti, ed Ingegneri, si sarebbero rese abborribili di primo incontro. Ma a canto a canto io dissi sempre, che

il tempo avrebbe scoperta la verità, che gl'intelletti docili sarebbero venuti nella mia sentenza, e che una volta si sarebbe fatta risoluzione conforme al mio parere; e questo notai nella prima mia scrittura. Lodato Dio, che ora vedo, che si va spianando la strada, e si apre l'occhio in questo gravissimo negozio. E di già mi pare, che si sia superato un gran punto, essendo incagliata la risoluzione dell'ultima diversione, la quale veramente sarebbe stata perniciosissima. E se io fossi in Venezia, e che avessi comodo di discorrere, e di mettere in campo le cose, che di mano in mano mi sovvengono, ho di già tanto in contanti, come si suol dire, che forse quieterei anco quelli, che per anco sentono qualche durezza nel mio parere. Basta, mi pare, che si sia fatto assai; e se quei sublimi ingegni di codesta Nobiltà si applicheranno allo studio diligente del mio trattato, e di quanto ho spiegato nelle scritture in questo negozio, dove sul principio m'incontrai, che tutti erano avversi alla mia opinione, li avrei tutti a favor mio, massimamente quando rappresenterò in cospetto di tutta Venezia un'esperienza chiarissima, evidentissima, e palpabile, nella quale si vedrà tutto questo negozio rappresentato al vivo tanto bene, che resterà sgombrata ogni caligine di difficoltà. Io spero in Dio, che mi darà sempre il suo santissimo ajuto, e divotamente gli rendo sacrificj di lode, e di grazie, implorando il suo favore, per potere servir bene in un'impresa tanto nobile, e di tanto grandi conseguenze, e che sarebbe materia ampla per una scienza, nuova sì agl'intelletti umani, ma piena di verità eterne nascoste nei profondi segreti della natura. Finisco con supplicare l'Eccell. V., che inchini umilmente in mio nome il Serenissimo Principe, al quale vivo servo di singolarissima divozione; e le fo riverenza. Roma 23. d'Aprile 1642.

Di V. Eccell.

Dev., ed Obbl. Servitore
D. Benedetto Castelli.

AL

AL MOLTO REVERENDO PADRE FRANCESCO DI S. GIUSEPPE.

IN esecuzione del comandamento, che mi fece colle passate V. P. Molto Rev. d'ordine del Serenissimo Principe Leopoldo mio Signore, che io dovessi dire il mio parere intorno alla sboccatura di fiume morto, se si debba mettere in mare, ovvero in Serchio, io dico, che mi trovai già 18. anni sono in circa, quando la medesima bocca fu aperta in mare, e serrata quella del Serchio; la qual operazione fu fatta per rimediare alla grand' inondazione, che si facea in tutto quel paese, e piano di Pisa, che resta fra il fiume d'Arno, ed i monti di S. Giuliano, ed il fiume del Serchio, il qual piano rimaneva sempre sott' acqua in modo, che non solo l'Inverno, ma anco gran parte dell' Estate quelle campagne venivano coperte dall' acqua; ed effettivamente aperta che fu la bocca di fiume morto in mare, subito il paese rimase libero dall' acque, ed asciutto con grandissima soddisfazione degli interessati in quella campagna; e qui mi pare cosa degna d'essere avvertita, che per lo più tutti quelli, che posseggono beni in quel paese, vorrebbero, che la bocca di fiume morto stesse aperta in mare, e quelli, che la vorrebbero aperta in Serchio, sono persone, che non vi hanno altro interesse, che di guadagnare, con fare spese di comandamenti, ed altro, ec.

Ma per più chiara intelligenza di quello, che debbo dire, debbesi sapere, che la risoluzione di aprire la suddetta bocca in Serchio fu fatta al tempo del Gran Duca Ferdinando Primo per li motivi medesimi, che si propongono ancora adesso, come ella mi scrive nella sua; poichè vedendosi manifestamente, che quel fiume morto aveva, ed ha la bocca aperta in mare, la campagna si mantiene asciutta, ed essendo ancora verissimo, che la furia de' venti libecci, e mezzigiorni portava tanta copia d'arena nella foce del fiume morto, che lo serrava affatto, massimamente quando l'acque de' Pisani sono magre, e deboli; e pensano, che voltando lo stagno di fiume morto in Serchio, e mantenendosi il Serchio di continuo colla forza delle sue acque la propria bocca aperta in mare, ed in conseguenza ancora fiume morto, avrebbe

avuto lo sfogo libero, ed aperto, ed in questa maniera pensano, che la campagna di Pisa sarebbe restata libera dall'acque. Il discorso cammina bene in prima faccia; ma la pratica mostra in contrario, e la ragione conferma il medesimo; imperciocchè l'altezza dell'acque di quelle pianure viene regolata dall'altezza dell'acque nella sboccatura di fiume morto, cioè essendo l'acque alla sboccatura alte, ancora l'acque s'alzano nelle campagne, e quando l'acque alla sboccatura sono basse, si sbassano ancora l'acque nella campagna; nè basta dire, che lo sfogo di fiume morto sia continuo, ma bisogna dire, che sia bassissimo. Ora quando il fiume morto terminasse in Serchio, chiara cosa è, che terminerebbe in alto, poichè terminando in mare, e di mano in mano che il Serchio abbonda più d' acqua, e si alza, è necessario, che ancora il fiume morto abbia più alto il suo livello, ed in conseguenza manterrà l'acque nella campagna più alte. Anzi è intervenuto alle volte, e lo dico di veduta, che fiume morto ha rivoltato il suo corso all'insù verso Pisa; la qual cosa seguirà sempre, quando incontrerà, che l'acque de' Pisani siano più basse del livello di quelle del Serchio, che in tal caso l'acque del Serchio rigurgitano ne' piani per fiume morto; in modo che si sono osservate le torbide, ed il Serchio arrivare per questo regurgito fino alle mura di Pisa; ed allora, avanti che siano smaltite tant'acque, che vengono con gran furia, e calano a poco a poco, ci corrono molti, e molti giorni, e mesi, anzi non potendosi mai in tempo alcuno trovare l'acque del Serchio, per magro che sia, tanto basse di livello, quanto è il mare (che è luogo bassissimo dell'acque), ne segue, che mai in qualsivoglia tempo dell' anno l'acque di fiume morto, mentre terminassero in Serchio, non sarebbero tanto basse, quanto arrivano a sbassarsi, quando il medesimo fiume morto termina nel mare. Egli è ben vero, che la bocca di fiume morto aperta in mare è soggetta all'incomodo di serrarsi per l'impeto de' venti; ma qui è necessario usar diligenza di aprirla; la qual cosa si fa facilmente, con tagliare un poco quell'arena, che resta nella bocca, quietato che sia il vento, e basta farci un fossetto largo poco più di due palmi, perchè cominciando l'acqua a scorrervi, porta via in poche ore quell'arena, e seguirà un fosso profondo, e largo, che smaltisce tutta l'acqua de' piani in pochissimo tempo. Ed io mi ritrovai in fatto, che es-

Digitized by Google

essendo stata rimessa dalla furia del libeccio una gran quantità d'arena in bocca di fiume morto, fatto fare che io ebbi il fossetto una mattina, poco avanti mezzogiorno s'aprì una bocca larga 40. braccia con fondo notabile, in modo che l'acqua, che già aveva ingombrata tutta la campagna, scorse via in meno di tre giorni, e lasciò libero, ed asciutto il paese con maraviglia di tutti. Si trovò presente a questo fatto, sopra il luogo stesso, nel medesimo giorno, che s'aperse, il Sermo Gran-Duca, la Serma Arciduchessa Madre, tutto il Magistrato de' fossi, con moltissime altre genti, e contadini del paese, e tutti videro molto bene, che non fu mai possibile, che una barchetta armata di otto remi, che era venuta di Livorno per servire il Sermo Gran-Duca, potesse superare la corrente, ed avanzarsi dentro fiume morto; e la Serma, la quale era venuta con pensiero di far serrare la detta bocca in mare, ed aprire quella in Serchio, mutò parere, ordinando, che si lasciasse aperta in mare, come fu eseguito. E se di presente si ritornerà in Serchio, sono molto bene sicuro, che sarà necessario riaprirla in mare. Fu anco dato ordine, e carica a persona apposta, che avesse pensiero di aprire la medesima bocca, come si è detto, ne' bisogni. E così le cose sono camminate assai bene sino a' presenti tempi. Ma essendo da mezzo Ottobre sino adesso, che siamo al primo di Febbrajo, continuati impetuosi libecci, e mezzigiorni con frequenti, ed abbondanti piogge, non è meraviglia, che sia seguita qualche inondazione; ma dirò bene, che molto maggior disordine sarebbe stato, se la bocca fosse stata aperta in Serchio. Questo, che ho detto fin quì, è assai chiaro, ed intelligibile da tutti quelli, che hanno qualche notizia, e mediocre ingegno in queste materie. Ma quello, che sono per proporre da quì avanti, sono molto ben sicuro sarà inteso da V. R.; ma parrà strano, ed inverisimile a molti. Il punto è, che io dico, che con alzare il livello di fiume morto un mezzo braccio solamente alla sua sboccatura, penetrerà in Serchio più di quello che sarebbe in mare, cagionerà tre, o forse più braccia di alzamento dell'acque sopra la campagna verso Pisa, ed anco più di mano in mano che s'allontaneranno dalla marina, e così seguiranno grandissime inondazioni, e danni di considerazione; e per intendere, che questo sia verissimo, debbesi notare un accidente da me avvertito nel mio discorso

della misura dell'acque correnti, dove ancora ne rendo la ragione al Coroll. 14. L'accidente è tale, che sopravvenendo una piena, per esempio, al fiume d'Arno, la quale lo faccia rialzare sopra la sua bocca ordinaria dentro Pisa, o poco sopra, o poco sotto la Città sei, o sette braccia, questa medesima altezza riesce sempre minore, e minore quanto più ci andiamo accostando alla marina, in modo tale, che vicino alla marina non sarà rialzato il medesimo fiume a fatica un mezzo braccio in circa; dal che ne segue per necessaria conseguenza, che se io mi trovo più alla marina, e non sapendo altro di quello, che accade, vedessi alzato il fiume d'Arno per una piena un terzo di braccio, potrei di sicuro inferire essersi il medesimo fiume alzato in Pisa quelle sei, o sette braccia; e quello, che io dico d'Arno, è verissimo in tutti i fiumi, che sboccano in mare; la qual cosa stante vera, è necessario tener grandissimo conto d'ogni poco di alzamento, che fa il fiume morto alla marina per isboccare in Serchio; perchè quando bene l'alzamento del fiume morto per dover sgorgare le sue acque in Serchio verso la marina, fosse solo un quarto di braccio, potremo molto bene esser sicuri, che lontano dalla marina intorno a Pisa, e sopra quelle campagne l'alzamento sarà molto maggiore, e riuscirà due, e tre braccia; e perchè il paese è basso, tale alzamento opererà una continua inondazione delle campagne come facea già avanti che io facessi aprir la bocca in mare. E pertanto io concludo, che in modo nessuno si debba aprire la bocca di fiume morto in Serchio, ma si debba continuare in mare, usando ogni diligenza per mantenerla aperta nel modo sopraddetto, subito che sarà quietato il vento; e se si farà altrimenti, io dico risolutamente, che ogni giorno seguiranno maggiori danni non solo nelle campagne, ma anco alla salubrità dell'aria, come si è visto ne' tempi passati. E poi debbesi con ogni diligenza procurare, che dal fosso di Librafratta non si spargano, e non trabocchino in modo nessuno acque nel piano di Pisa, perchè dovendo queste acque scaricarsi in fiume morto, lo mantengono alto molto più di quello, che si pensa, conforme a quello, che io ho dimostrato nella mia considerazione sopra lo stato della Laguna di Venezia. Ho detto poco; ma parlo con V. R., che intende assai, e sottopongo tutto al purgatissimo intelletto del nostro Serm̃o Principe Leopoldo, al quale mi favorisca in-

chi-

Digitized by Google

chinarsi umilmente a mio nome, e conservarmi la sua clementissima grazia; e si ricordi di pregare Dio per me, e le bacio le mani. Roma 1. Febbrajo 1642.

Di V. P. M. Rev.

Affezionatissimo Servitore
D. Benedetto Castelli.

RISPOSTA AD UNA SCRITTA DAL BARTOLOTTI DELLE DIFFICOLTA' NOTATE.

Si lascia la Lettera, cominciando dal primo Capo.

E Prima dico, quando che io supponga, che il livello del Serchio sia più alto, che quello di fiume morto, questo è verissimo, quando si sono scaricate l'acque di fiume morto in mare; ma io non ho mai negato, che le cose non si possano ridurre in stato tale, che il livello di fiume morto sia più alto del Serchio, e così concedo, che seguirà, che le acque di fiume morto anderanno nel Serchio, e può esser benissimo, che lo scolo di fiume morto in Serchio sia continuato; ed anco concedo, che possa essere, che il Serchio non regurgiti mai per fiume morto alla volta di Pisa; anzi concederò di più, che si potria far in modo, che fiume morto abbia caduta tale in Serchio, che sarà bastante a far macinar mulini; ma soggiugnerò poi, che la campagna di Pisa, e la Città stessa sarà un lago formale.

II. Che il Sig. Bartolotti dica risolutamente, che quando il mare ingrossa per libeccio, o altri venti, il livello del Serchio, nel luogo segnato A nella pianta, lontano circa 200. braccia, s'alzi pochissimo; ma che fiume morto in D, ed anco in E, molte miglia più in su, s'alzi assaissimo, e che questo confermano alcuni Pescatori, e lo mostrano i segni dell'alzamento dell'acqua; lo concedo per verissimo, e l'ho visto io con gli occhi proprj; ma ciò segue quando è serrata dal mare la bocca di fiume morto, come spiegherò più a basso, e questo alzamento alla marina non è di pregiudizio considerabile alle campagne; e questo è quanto io vedo, che sia vero nel detto del Sig. Bartolotti, senza che rifaccia altra prova; siccome non ho bisogno di prova, che il livello di fiume

Digitized by Google

morto s'alzi in E, e molte miglia più in su s'alzi assai, ed io non ho mai detto il contrario.

III. Intorno alle difficoltà d'aprir la bocca di fiume morto in mare, quello, che dice il Castellano, è verissimo, cioè che all'entrare per aprir la bocca, è necessario fare un fosso profondo; ma dico, che in quel tempo è difficile aprirla, se non viene un gran bisogno, poichè la difficoltà procede perchè le acque di fiume morto sono basse, e le campagne stanno asciutte.

IV. Quanto al particolare delle cause, che V. S. mi dice, che premono tanto al Sermo Gran-Duca, ed al Sermo Principe, non ho che dir molto, perchè non è mio mestiero, nè mai ho fatto riflessione a questa materia; credo però, che quando il Sermo Principe, e quell' Altezze vedano in un bilancio d'una parte l'utile de' suoi popoli, e vassalli, e dall'altra parte il servizio delle Cacce, S. Altezza inclinerà al benefizio de' vassalli: tale ho sempre conosciuta la pietà sua, e la sua Serma mente. Ma se io avessi a metter bocca in questa materia, direi, che le punte degli spiedi, e le bocche degli archibusi, la bravura de' cani, la sagacità de' cacciatori, i quali scorrono, e cercano minutamente tutti quei boschi, e tutte quelle selve, e quelle macchie, siano la vera distruzione de' cervi, e de' cignali, e non un poco d'acqua salsa, la quale finalmente risiede solo in alcuni luoghi bassi, e non s'allunga molto; contuttociò io non entro in simil proposito, e mi rimetto totalmente al giudizio di questa materia.

V. Quell'esperienza di congiungere insieme con un fossetto l'acqua di fiume morto, e quella del Serchio, per vedere quanto di vantaggio ha il livello E sopra il livello A, non mi dà piena soddisfazione; e penso così specialmente, perchè può intervenire, che alle volte sia più alto E, ed alle volte sia più basso A, e non ho dubbio, che quando il Serchio sia basso, ed il fiume morto abbondante d'acqua, il livello del fiume morto sarà superiore al livello del Serchio; ma essendo il Serchio grosso, e fiume morto scarso d'acqua, sarà il contrario, se sarà aperta la bocca in mare. E quì mi parrebbe, che si dovesse considerare, che tanto è di vantaggio da E al mare per la bocca di fiume morto. Ma la difficoltà (che è quello, che importa nel caso nostro) è, che

il

Digitized by Google

il viaggio dell'acque per il fossetto è lungo tre volte più del viaggio della bocca di fiume morto, per quanto mostra la pianta, che V. S. mi ha mandato, la quale riconosco assai aggiustata, avendo molto bene in mente quei siti. Di quì debbo avvertire, che terminando l'acque di fiume morto pel fossetto in Serchio, (l'acque del qual fiume morto di sicuro non sono mai tanto basse, quanto il mare) la pendenza loro sarà per due cagioni minore della pendenza delle medesime acque per la bocca del mare, cioè per la lunghezza della linea pel fossetto, e pel termine alto nel Serchio; cosa, che importa assaissimo a scaricare l'acque subito sopravvenienti, come conoscerà chiaro quello, che avrà inteso il mio libro della misura dell'acque correnti; e questa fu la cagione, per la quale si rasciugò tutto il paese, quando fu aperta la bocca in mare. E quì metto in considerazione quello, che asseriscono i contadini Pisani, cioè che l'acqua sopra la campagna non fa danno di considerazione con starvi cinque, o sei, ed anco otto giorni; e però il servizio del paese è, che si apra in modo, che venuta che sia l'acqua, abbia libero, e presto lo scolo, e che non vi si trattenga più di otto, o nove giorni, perchè allora le raccolte vanno male. Desidererei ancora, che quando si mette in campo qualche proposizione intorno a questi negozj, si proponesse più determinatamente che sia possibile, e non starsene sopra generali, e principalmente quando si tratta di alzamenti, e di velocità, di tardità, di molta, e di poca acqua; cose tutte da specificarsi con misure.

VI. V. S. seguita nella lettera a dire, che il Sig. Bartolotti confessa, che se la bocca di fiume morto si potesse sempre tenere aperta, sarebbe meglio lasciarla stare come la sta, ed io per non lasciarmi vincere di cortesia, confesso, che il tenerla serrata da tutte le parti sarebbe cosa perniciosissima. Ma stante la sua confessione torno a replicare, che fiume morto non si dee mettere in Serchio, ma in mare immediatamente, perchè sebbene altre volte si serra la bocca in mare, in ogni modo gli alzamenti dell'argine sopra le campagne, (che è quello, che importa il tutto) saranno sempre minori, se noi ci serviremo della bocca in mare, che adoperando quella del Serchio.

VII. Non voglio trapassare un poco di scrupolo, che io ho nel det-

to

Digitized by Google

to del Sig. Bartolotti, cioè quando dice, che le due bocche A, e D sono eguali al pari della marina: ora a me pare, che la bocca A di fiume morto in Serchio sia dentro in Serchio assolutamente, nè si può sbassare, e viene regolata dall'altezza del Serchio; ma la bocca di fiume morto termina, e si dee intendere terminata nel mare stesso, luogo bassissimo. E questo credo, che sia stato molto bene avvertito dal Sig. Bartolotti; ma non so perchè lo trapassi senza narrarlo, e non si vede, che segua la bocca D lontana dal mare, la qual bocca deve esser messa nel mare stesso, e così apparisce più chiaro il vantaggio della bocca in mare.

VIII. Quello, che aggiugne il Sig. Bartolotti, che quando è tempo d'acque grosse, e quando i venti imboccano fiume morto, non solo lo ritardano, ma rivoltano il corso loro all'insù tardissimamente, mi muove più presto a credere, che il Sig. Bartolotti conosca benissimo la bocca di fiume morto in Serchio per dannosa; imperocchè da questo riconosce, che la bocca in mare scarica in modo tale il paese dell'acque, che restano bassissime; e però ad ogni poco d'impeto l'acque si rivoltano di corso, e dall'esser il moto tardissimo si deduce, che la copia dell'acqua marina, che viene in fiume morto, non è stata quanta si crede, e come asserisce il Sig. Bartolotti.

IX. Dopo che il Sig. Bartolotti ha detto quello, che di sopra promette, cioè, che quando soffiando i venti gagliardi imboccano fiume morto, e non solo ritardano, ma voltano il corso loro all'insù, ed il tempo è piovoso, e la bocca di fiume morto serrata, l'onde del mare passano sopra l'argine di fiume morto, allora, dice il Sig. Bartolotti, la campagna conoscerà il benefizio di fiume morto sboccato in Serchio, e la bocca A starà sempra aperta, e fiume morto potrà sempre scolare continuamente e le acque piovose, e pioventi, ancorchè la tempesta dannosa durasse molti giorni ec.

Ed io replico, che in questo discorso consiste tutto l'inganno, perchè il benefizio di quelle campagne non dipende, nè consiste nel dire: la bocca di fiume morto sta sempre aperta, e fiume morto scola continuamente; ma tutto il punto dell'utile batte, e consiste nel mantenere l'acque basse per quei piani, e per quei fossi; la qual cosa non si con-

conseguirà mai in eterno, quando si metta fiume morto in Serchio, ma sibbene aprendo la bocca in mare; e tanto mi mostra la ragione, e la natura, e quello, che importa, conferma l'esperienza.

X. Nel decimo luogo vengo a ponderare la risposta, che vien fatta ad un'altra Proposizione nella lettera, che io scrissi al P. Francesco, la quale prudentemente per se stessa dovrebbe bastare per chiarire tutto questo negozio. Io dissi nella mia lettera, che si doveva fare gran stima d'ogni poco d'alzamento, e sbassamento d'acque alla marina in fiume morto, perchè questi alzamenti, e sbassamenti, ancorchè siano tenui alla marina, in ogni modo operano, e sono accompagnati da notabili alzamenti, e sbassamenti dentro terra, e lontano dalla marina; e mi dichiarai con un esempio d'Arno, nel quale sopravvenendo una piena, che lo faceva crescere sopra la sua altezza ordinaria, dentro Pisa, sei, o sette braccia, quest'altezza della medesima piena riesce sempre minore quanto più ci accostiamo alla marina; nè sarà rialzato il medesimo fiume a fatica mezzo braccio, e meno; dal che ne segue per necessaria conseguenza, che se io mi ritirassi alla marina, non sapendo altro di quello, che accade in Pisa, e vedessi rialzato il fiume d'Arno per una piena un mezzo braccio, potrei di sicuro inferire il medesimo fiume alzato in Pisa quelle sei, o sette braccia ec. Da cotali accidenti concludo nella medesima lettera, che è necessario tener gran conto d'ogni poco d'alzamento, che sarà fiume morto alla marina. Ora viene il Bartolotti, e forse per non essermi io saputo dichiarare meglio, non intende la mia Proposizione, e dice una cosa vera sì, ma fuori del caso nostro. Nè mai io ho detto il contrario, e poi non l'applica al suo intento; anzi io dico, che se l'avesse applicata bene, questa sola era bastante a farlo rimuovere dalla sua opinione. E perchè dice, che io ho detto, ed è vero, quando l'abbassamento proviene da causa di sopra, cioè per pioggia, o per apertura di laghi; ma quando la causa è di sotto, cioè per qualche ostacolo, come d'una Pescaja, o traversa, o impedimento messo discosto alla marina, sebbene a livello s'alzerà qualche braccio dove è impedimento, in ogni modo tal alzamento anderà però all'insù; e quì finisce il suo discorso, e non conclude altro. Nel qual discorso prima dico, che ancor io nella Proposizione ho detto il medesimo, cioè che venen-

venendo una piena, che faccia rialzare Arno in Pisa sei, o sette braccia (la qual cosa mi pare, che sia causa superiore, o pioggia, o apertura di laghi, come piace più al Bartolotti); in tal caso io dico, e non in altro; che alla marina non farà rialzare a fatica mezzo braccio, e che però vedendosi alla marina per una piena (sia poi di pioggia, o aperture di laghi) rialzato Arno mezzo braccio, si potrà inferire, che a Pisa sarà rialzato quelle sei, o sette braccia; la qual verità considerata bene, dichiara tutto questo negozio a favore della mia opinione; imperocchè l'alzamento, che si fa per l'impedimento posto di sotto di Pescaja, o di traversa, opera sul principio, alzando l'acque vicino all'impedimento assai, e poi meno, e meno, allontanandoci noi all'insù dall'impedimento; quando però non si tratti di piena, che sopravvenga, ma solo dell'acqua ordinaria impedita. Ma sopravvenendo, come interviene nel caso nostro, allora l'acqua della piena, dico io, farà alzamento maggiore nelle parti superiori, lontane dall'impedimento, e questi impedimenti poi saranno quelli, che allagheranno le campagne, come seguì 18., o 19. anni sono avanti l'apertura di fiume morto in mare; il medesimo seguirà di sicuro, se si rimetterà fiume morto in Serchio. Quì io potrei addurre un caso bellissimo occorso a me nella campagna di Roma vicino alla marina, dove rasciugai un pantano della condizione dell'acque di Pisa, e mi riuscì l'impresa, sbassando l'acque nel sito loro alla marina solo tre palmi, ed in ogni modo nel pantano si sbassarono più di quindici palmi; ma la cosa sarebbe lunga, e da non potersi spiegare così facilmente; e sono sicuro, che il Sig. Bartolotti, considerato questo fatto, si muterebbe d'opinione, ed insieme conoscerebbe, che rimettendosi di nuovo quell'impedimento, che io aveva lasciato per di sotto di tre palmi alla marina, l'acque nel pantano ritornerebbero colle prime piene, e colle piogge al termine di prima, come farà ancora fiume morto, se si rimetterà in Serchio.

Quì voglio pregar V. S., che mi favorisca di far istanza in nome mio al P. Francesco, che si compiaccia dichiarare la mente mia al Sig. Bartolotti nella suddetta lettera, poichè spero, se intenderà bene questo punto, non sarà più tanto costante nella sua opinione.

Che poi cotesti Signori del Magistrato dell'Offizio de' fossi, l'Illmo

Sig.

Sig. Marchese di S. Angelo, e V. S. concorrano al mio parere, mi piace assai; ma perchè so, che non hanno per fine di far cosa grata a me, ma solo di servir bene il Serĩno nostro Gran-Duca, mi dichiaro liberamente, che non gliene voglio aver maggiori obbligazioni di quelle, che io tengo a chi è di contraria opinione alla mia, perchè so, che hanno il medesimo fine. La sentenza diffinitiva di tutta questa causa hanno da dare a coteste campagne cotesti fossi, e coteste acque, *appellatione remota*.

XI. Quanto alla quantità dell' acqua, che mette il fiume morto in mare, ci è che dire assai, ed io mi sono trovato a simili burrasche. Ma V. S. mi creda, che come questa cosa non è continua, ma solamente per alcuni giorni, non sarà mai di gran pregiudizio a coteste campagne; e se V. S. se ne vuole chiarir bene, vada a fiume morto lontano dalla marina, in tempo di questi impediti venti, un miglio in circa, ed osservi la corrente all' insù, che lo vedrà tardissimo, ed in conseguenza conoscerà, che la quantità dell' acque, che rigurgita, è pochissima. E quì milita la regola de' rialzamenti, provenienti da cagione per di sotto, che non opera rialzamento di considerazione lontano dalla marina.

Vengo necessitato partire domani da Roma coll' Emo Sig. Cardinale Gaetano per certi negozj d'acque; però non sarò più lungo; ma per finir questa prolissa diceria, concludo in poche parole, che in modo veruno non si dee metter fiume morto in Serchio, nè attaccarsi a' partiti di mezzo, che saranno sempre perniciosi; ma si dee scaricare fiume morto immediatamente nel mare. Quando si serra dalla furia dell' onde marine, dico, che è segno, che non c'è bisogno d'aprirla, e quando ci è bisogno d'aprirla, s' apre facilmente. Nel resto V. S. tenga conto di tutti i particolari, che occorrono, perchè la memoria delle cose passate ci sia maestra di quelle, che hanno da venire. Se avrà occasione inchini umilmente in mio nome il Serenissimo Principe Leopoldo, ed attenda a servire le loro Altezze, perchè serve Principi di esattissimo merito, ed io anco gli resto obbligatissimo. Nelle controversie, che occorrono, abbia sempre il santissimo fine di dire il vero, che ogni cosa gli riuscirà felicemente. Bacio le mani

Digitized by Google

ni al P. Francesco, al Sig. Bartolotti, ed a V. S. Roma li 14. Marzo 1642.

Di V. S. Molt'Illust.

Obbligatiss. Servitore
D. Benedetto Castelli.

Con quest'occasione voglio inserire quì un discorso, che io ho fatto sopra la bonificazione delle Paludi Pontine, perchè tengo tutto quello, che si potria fare di benefizio, ed utile in quell'impresa, abbia pure dipendenza dall'intera cognizione di quella tanta importante proposizione da me dimostrata, e spiegata nel mio trattato della misura dell'acque correnti; cioè che la medesima acqua di fiume va continuamente mutando misure, secondo che muta, e varia la velocità del suo corso, in modo che la misura della grossezza del fiume in un sito alla misura del medesimo fiume in un altro sito ha l'istessa proporzione reciprocamente, che ha in questo sito la velocità alla velocità di quel primo sito. E questa è verità tanto costante, ed immutabile, che non si altera mai di un minimo punto in tutte le occorrenze d'acque, che si mutano, e questa ben conosciuta, si apre la strada alla cognizione di diversissimi avvertimenti in queste materie, li quali tutti si risolvono con questo unico fondamento, e se ne cavano utilità di grandissima considerazione, e senza questa è impossibile far cosa nessuna di buona perfezione.



CON-

Digitized by Google

CONSIDERAZIONE
SOPRA LA BONIFICAZIONE DELLE PALUDI PONTINE
DI
D. BENEDETTO CASTELLI
ABATE DI SAN BENEDETTO ALOYSIO, MATEMATICO
DI NOSTRO SIGNORE
PAPA URBANO VIII.
E PROFESSORE DELLO STUDIO DI ROMA.





Ra le imprese reputate da me se non impossibili assolutamente, almeno difficilissime, una fu quella famosa del rasciugare le Paludi Pontine; e però stava risolutissimo di non applicarci mai l'animo mio, ancorchè da' Padroni mi fosse stato comandato, stimando, che fosse occasione più presto di discapitare di reputazione, non riuscendo l'impresa, che di guadagnare la gloria, con ridurre le cose a miglior termine di quello, che sono di presente. Contuttociò avendo gli anni passati riconosciuto il Paese, e navigato per quei fossi, e per quell'acque, dopo aver fatta qualche riflessione, mi parve, che l'impresa non fosse tanto difficile, come n'avea per prima formato concetto, e mi sono confermato tanto più in questo pensiero, mosso da quel che io ho scritto geometricamente nel mio Trattato della misura dell'acque correnti, in modo che discorrendo con diversi, mi arrischiai in voce d'affermare, che questa bonificazione si sarebbe potuta ridurre in assai buon stato.

Ora ho risoluto di distender in carta il mio pensiero, ed onorare questa mia scrittura coll'alto nome di Vostra Eccellenza, per accreditarla, e renderla più cospicua in prima fronte, se per avventura la co-

fa,

Digitized by Google

fa, che io tratto, non fosse di momento tale, che meritasse d'esser per altro stimata. Mi perdoni se ho avuto troppo ardire, e mi conservi nel numero de' suoi servitori.

Essendo l'impresa di rasciugare gran parte de' territorj delle Paludi Pontine stata fatta e ne' tempi antichi de' Romani, ed ultimamente nei nostri, anzi a' tempi moderni da Sisto V., non ho dubbio alcuno, che sarà possibile ancora ridurre le cose in buonissimo stato, e se non m'inganno, con pochissima spesa, in riguardo all'utile, che si caverebbe da quelle grasse campagne. Fu di grande spesa questa bonificazione al tempo di Sisto V.; ma per non essere stata ben intesa la cosa, si fecero molti bonificamenti, gran parte de' quali furono inutili, e vani; e tra tante operazioni ne vennero fatte alcune, delle quali seguì il desiderato fine; ma non essendo stato conosciuto, non n'è stato tenuto conto; e così trascurato il negozio, l'acque sono ritornate nel primiero stato, come erano avanti alla bonificazione. Quì ho io più volte con famigliari ragionamenti con Amici spiegata quest'impresa fatta da Sisto V., e forse ancora da' più antichi coll'esempio della Favola d'Orillo nell'Ariosto. Era questo Mostro fabbricato con tal incanto, che si combatteva con lui sempre in vano, imperocchè sebbene nella battaglia veniva tagliato a pezzi, subito quei membri divisi si riunivano, e ritornava all'abbattimento più fiero che mai; ma venendo con esso alla zuffa il Paladino Astolfo, dopo lungo contrasto alla fine in un colpo gli tagliò il capo di netto dal collo, e prestamente sceso da cavallo, preso il mostruoso capo, e rimontato a cavallo, correndo si mise a radere colla spada la cotenna del Mostro, e gli venne tagliato il crine, nel quale solo consisteva l'incanto, ed allora subito l'orribil testa diede manifesti segni di morte, ed il busto, il quale correndo la cercava per riunirla di nuovo, diede l'ultimo crollo, ed in tal guisa restò estinto l'incanto. Servì mirabilmente al Paladino il libro della Fata, dal quale intesa quella fattucchierìa, col rader tutta la cotenna gli vennero ancora tagliati gl'incantati capegli. Nell'istesso modo io dico, che è riuscito alle volte bonificare quelle campagne, perocchè tra tante operazioni, che si facevano, veniva fatta ancor quella, dalla quale dipendeva la bonificazione, ed il rimedio al disordine; ed a noi servirà di dottrina il mio Trattato suddetto,

detto, la quale ben intesa ci farà conoscere in che consista, e da che dipenda questa rovina, e conseguentemente sarà facile applicarvi l'opportuno rimedio.

E prima dirò, che non è dubbio, che l'acque si mantengano alte sopra quelle campagne, perchè si mantengono alte nel fiume principale, che le dee ricevere, e portare alla marina. Ora le cagioni dell'altezza del fiume mi pare, che si possano ridurre ad una sola, la quale è quella tanto da me praticata per potentissima, e spiegata nel suddetto mio Trattato, cioè la tardezza del moto loro, la quale opera sempre infallibilissimamente, e precisamente; che la medesima acqua corrente muta la misura della sua grossezza con tal regola, che quanto più cresce di velocità, tanto scema di misura, e quanto più scema di velocità, tanto più cresce di misura; come, per esempio, se un fiume cammina in quel sito con velocità di far un miglio nello spazio d'un'ora, e poi in un altro sito l'istesso fiume cresca di velocità, sicchè faccia tre miglia l'ora, quel tal fiume scemerà di grossezza di due terzi; e per lo contrario se mancherà di velocità in modo, che non faccia se non mezzo miglio, nell'istesso tempo crescerà il doppio di grossezza, e misura. Ed in somma qual proporzione ha la velocità nel primo sito alla velocità nel secondo sito, tale ha la misura della grossezza reciprocamente nel secondo sito alla misura del primo sito, come io ho dimostrato chiaramente nel mio Trattato; il che replico tanto frequentemente, che dubito, che i Professori delle Belle Lettere mi daranno nota di troppo abbondante, e nojoso. Ma a me troppo preme esser in questo punto importantissimo ben inteso, perchè sarà facilissimo poi intendere tutto il restante, e senza questo è impossibile (non dirò difficile), ma assolutamente impossibile intendere, nè mai far cosa di buono; e per dichiarar meglio l'esempio, intendasi, che l'acqua d'un fiume A D (*a*) cammini alta al livello di A F con una tal velocità, e poi la medesima acqua sia velocitata tre volte più; dico, che si sbasserà un terzo, e starà a livello nella B E, e se più si velociterà, più si sbasserà in mare; ma se si ritardasse più di quello, che faceva al livello A F, alzerebbe anco più sopra il medesimo livello A F, ancorchè corra sempre l'istessa copia d'acque.

(*a*) *Fig.* 15. *Tav. II.*

Digitized by Google

Col suddetto saldissimo fondamento io risolvo nel mio Trattato stravaganti Problemi, ed assegno le ragioni di maravigliosi effetti d'acque correnti. Ma per quanto sa a proposito nostro delle Paludi Pontine abbiamo facilissima, e chiarissima la cagione, per la quale col transito delle Bufale, che si fa pel fiume portatore, l'acque si sbassano tanto notabilmente, che è quasi cosa maravigliosa; poichè quelle cannucce, erbe, e piante, che nascono, e crescono sparse pel fiume, trattengono, ed impediscono quella velocità all'acque, le quali avrebbero stante il loro declive. Ma pel transito di quelle bestie calpestando quelle piante, si vengono a distendere sopra il fondo del fiume in modo, che non impediscono più la corrente dell'acqua, e crescendo le medesime acque di velocità nel loro corso, scemano di misura, ed altezza, ed in tal guisa gli scoli delle campagne vi precipitano felicemente, e le lasciano libere dall'acque, ed asciutte. Ma in breve tempo germogliando di nuovo, ed alzando i loro fusti per il corpo dell'acque, riducono le cose alla medesima rovina di prima, ritardando la velocità dell'acqua, e facendola crescere di altezza; e forse cagionano danno maggiore; poichè per que' molti nodi ciascuna pianta distesa germoglia maggior moltitudine di fusti, i quali ingombrando molto più l'acqua del fiume, sono di maggior impedimento alla sua velocità, ed in conseguenza fanno crescere tanto più l'altezza dell'acque, e fanno maggior rovina di prima. Un altro capo di questi danni, proveniente pure dalla medesima radice, il quale ha gran parte in questo disordine, è l'impedimento nel fiume di quelle palificate, che si fanno, ristringendo il letto del fiume, per metter le reti da pescare, delle quali pescaje ne numerai più di dieci quando io feci il viaggio per quell'acque in Sandolo, e queste pescaje sono di tanto impedimento, che taluna di loro fa rialzare l'acqua del fiume nella parte superiore mezzo palmo, e talvolta uno, e più ancora; sicchè raccolti tutti insieme questi impedimenti importano più di sette, o forse otto palmi. Per terza cagione del mantenersi l'acque del fiume portatore, ed in conseguenza sopra le campagne, ci concorre potentissima la gran copia d'acqua, che trabocca da fiume Sisto, l'acque del quale non sono tenute in obbedienza; ma crescendo dal suo alveo, s'uniscono coll'acque del portatore, e spargendosi per le Paludi, si rialzano con danno notabi-

le,

Digitized by Google

le, e molto maggiore di quello, che si pensa, conforme quello, che si è dimostrato nella seconda Considerazione sopra la Laguna di Venezia. Nè vale il dire, che se noi misureremo tutte l'acque, che traboccano da fiume Sisto, e le raccoglieremo in una somma, le troveremo tali, che potranno far crescere l'acque delle Paludi, stante la grande ampiezza di esse, sopra le quali si dee distendere quel corpo d'acqua: perchè a quest' istanza si risponde con quello, che abbiamo avvertito nella prima Considerazione intorno alla Laguna di Venezia, trattandosi dell'abbassamento, che può fare la Brenta posta nella Laguna. E di più se vi s'aggiugnerà quello, che io scrivo nella seconda Considerazione, si vedrà chiaramente di quanto danno, e pregiudizio possono essere questi trabocchi dell'acque di fiume Sisto, le quali non sono mantenute in ubbidienza, ed incassate nel fiume. Però venendo alle provvisioni, ed operazioni, le quali principali si dovranno fare, le riduco a tre capi. La prima è necessario battere quelle palificate, e levare le pescaje tutte, osservando per mio parere una massima verissima, che pescare, e seminare sono due cose, che non possono mai stare insieme, pescandosi nell'acqua, e seminandosi nella terra.

Secondariamente bisognerà tagliare sotto l'acqua nel fondo del fiume quelle barbe, e piante, che nascono, e crescono nel fiume, e lasciarle portare al mare dalla corrente; che in questo modo non germoglieranno queste canne al distenderle sopra il fondo del fiume per mezzo del calpestio delle Bufale; e questo appunto deve esser fatto spesso, e con diligenza, e non si deve aspettare, che il male cresca, e siano affogate le campagne; ma si deve operare in modo, che non affoghino, ed io voglio dire, che questo punto principalissimo sarebbe di male notabilissimo.

Terzo è necessario arginar bene, e forte il fiume Sisto alla sinistra, e procurare, che quell'acque vadano al ventre, e non trabocchino fuora; e notisi, che non basta fare una, o due delle medesime cose; ma si debbono metter tutte in esecuzione, perchè trascorrendo, tutta la macchina rimane sconcertata, e guasta; ma facendolo colla debita diligenza, non solo si bonificheranno le Paludi Pontine, ma con quest'ultima in particolare la corrente del fiume Sisto scaverà l'alveo a se medesi-

H 2 ma,

Digitized by Google

ma fino a levarla ; e forse con questa copia d'acqua, che porterà, si potrà aprire, e mantenere la bocca della Torre aperta in mare, e sarebbe per ultimo di notabile benefizio il fiume Sisto da molti alberi, e legnami, da' quali è ingombrato, rinettare.

E con questo concludo, che la bonificazione possibile a farsi consiste in queste tre parti; prima levare le pescaje, lasciando libero il corso dell' acque ; secondo tener netto dall' erbe, e piante i fiumi principali; terzo mantenere l' acque del fiume Sisto nel suo letto : cose tutte, che si potrebbero fare con pochissima spesa, e con evidentissimo utile di tutto quel paese, ed anco bonificazione dell' aria di tutte le terre adjacenti alle Paludi Pontine.



CON-

Digitized by Google

CONSIDERAZIONI
SOPRA LA BONIFICAZIONE DEL BOLOGNESE, FERRARESE, E ROMAGNOLA

DI

D. BENEDETTO CASTELLI

ABATE DI SAN BENEDETTO ALOYSIO, MATEMATICO

DI NOSTRO SIGNORE

PAPA URBANO VIII.

E PROFESSORE DELLO STUDIO DI ROMA.



Essendo stato rappresentato puntualissimamente il gravissimo negozio della bonificazione del Bolognese, Ferrarese, e Romagnola, e disteso con scrittura dalla buona memoria dell' Illmo, e Revmo Monsig. Corsini, che fu già deputato Commissario generale, e Visitatore di quell' acque; io non potendo far sopra la medesima materia un istesso discorso, solamente dirò alcune cose per maggior confermazione di quel tanto, che io ho detto in questo libro sopra la Laguna di Venezia, sopra le Paludi Pontine, e sopra la bonificazione di quei piani di Pisa posti tra il fiume Arno, ed il Serchio, dove si conosce chiaro, che in tutti li suddetti casi, e nel presente, che abbiamo per le mani, si sono per lo passato commessi gravissimi errori, per non esser mai stata intesa bene la vera misura dell' acque correnti; e quì è di notabile, che il fatto è, che in Venezia fu deliberata, e posta in esecuzione in parte la diversione dell' acque della Laguna di Venezia, con divertir la Brenta, non considerando quanto sbassamento d' acqua potea seguire nella Laguna, divertita che fosse la Brenta, come io ho dimostrato nella prima Considerazione sopra questo par-

Digitized by Google

ticolare, dalla quale operazione sono seguite pessime conseguenze, non solamente la difficoltà della navigazione, ma peggiorata la salubrità dell'aria, e cagionato il riempimento de' Porti di Venezia. E per lo contrario la medesima inavvertenza di non considerare quanto alzamento d'acqua potesse cagionare nelle Valli il Reno, e gli altri fiumi aperti nelle medesime Valli di Bologna, e di Ferrara, è sicura cagione, che sieno sommerse dall'acque tante campagne grassissime, e fertilissime, riducendo le felici abitazioni, e popolazioni d'uomini a miserabili ridotti di pesci; cose, che non sarebbero assolutamente seguite, quando si fossero mantenuti quei fiumi in ubbidienza, e mandato il Reno nel Po grande, e gli altri fiumi in quello d'Argenta, e di Volana. Ora essendosi dal soprannominato Monsig. Corsini detto assai nella sua relazione, io solamente voglio aggiugnere un certo mio pensiero, il quale dopo che fossero regolati i fiumi, come si è detto, tengo per fermo, che sarebbe di un utile grandissimo. Io dubito bene, che mi riuscirà difficile il persuadere il mio intento; con tutto ciò non voglio diffidare, che almeno quelli, che avranno inteso quello, che ho detto, e dimostrato intorno al modo, e proporzioni, colle quali procedono gli sbassamenti, ed alzamenti dell'acque correnti, che si fanno colle diversioni, ed introduzioni d'acque, resteranno capaci, che il mio pensiero sia fondato sopra la ragione. E sebbene io non vengo alla precisione in particolare, aprirò almeno la strada agli altri, i quali, usate le debite diligenze di considerare la quantità dell'acque, che s'introducono, o che vengono divertite, potranno esaminare con puntualità il tutto, e poi consultare quello, che sarà espediente di fare.

Facendo dunque io riflessione alla prima Proposizione, che gli alzamenti d'un'acqua corrente, fatti per nuova acqua, che sopraggiunga nel fiume, sono fra loro come le radici de' quadrati della quantità dell'acqua, che corre, e per conseguenza che il simile interviene nelle diversioni, in modo tale, che camminando un fiume alto una tal misura, per farla crescere il doppio d'altezza, bisogna accrescere tre volte tanto l'acqua, quanto correva prima, sicchè quando l'acqua sarà quadrupla, l'altezza sarà dupla, e se l'acqua fosse centupla, l'altezza sarebbe decupla solamente, e così di mano in mano, e per lo contrario nelle diver-

ver-

versioni, se delle 100. parti d'acqua, che scorre per un fiume, ne saranno divertite diciannove centinaja, l'altezza del fiume scema solo un decimo, e seguitando a divertirla diciassette centinaja, l'altezza del fiume cala pure un decimo, e così a divertire quindici centinaja, e poi tredici centinaja, e poi undici centinaja, e poi nove centinaja, e poi sette centinaja, e poi cinque centinaja, e poi tre centinaja sempre di queste diversioni, l'altezza dell'acqua corrente scema la decima parte, ancorchè sieno le diversioni tanto ineguali; facendo, dico, riflessione a questa infallibile verità, sono entrato in pensiero, che quando fossero divertiti dalle Valli il Reno, e gli altri fiumi, e ci rimanesse solo il canale della navigazione, il quale fosse solamente la decima parte di tutta l'acqua, che casca nelle Valli, in ogni modo manterrebbe alta l'acqua nelle medesime Valli una decima parte di quell'altezza, che veniva congiunta dal concorso di tutti i fiumi. E pertanto stimerei, che fosse ottima risoluzione mantenere il canale della navigazione (quando fosse possibile di farla) continuata fino al Po di Ferrara, e di là mandarlo nel Po di Volana, che oltrechè sarebbe di grandissimo comodo alla navigazione di Bologna, e Ferrara, la medesim'acqua renderebbe ancora navigabile il Po di Volana fino alle mura di Ferrara, ed in conseguenza la navigazione sarebbe continuata da Bologna alla marina.

Ma per incamminar bene quest'impresa è necessario misurare la quantità dell'acque, che scaricano i fiumi nelle Valli, e quella, che porta il canale della navigazione, nel modo, che ho dimostrato io nel principio di questo Libro, perchè conosciuto che sarà questo, si verrà ancora in cognizione di quanto utile sia per riuscire questa diversione dalle Valli del canale della navigazione, la quale però sarebbe inutile ancora, ogni volta che non fossero prima scolati tutti i fiumi, che scaricano le loro acque nelle Valli, conforme a quanto di sopra si è avvertito.

Rimettendosi il P. Castelli nella presente Considerazione alla relazione di Monsig. Corsini, fondata sulle osservazioni, e dottrine dell'istesso Padre, come si vede nella presente scrittura, m'è paruto conveniente per compimento dell'Opera di quest' Autore in simili materie inserirla in questo luogo.

RELAZIONE DELL'ACQUE DEL BOLOGNESE, E FERRARESE

Dell'Illustrissimo, e Reverendissimo Monsignor Ottavio Corsini Fiorentino, Soprintendente della general Bonificazione, e Presidente di Romagna.

IL Reno, e gli altri Torrenti della Romagnola furono, per consiglio del Padre Agostino Spernazzati della Compagnìa di Gesù, negli ultimi giorni di Papa Clemente VIII., non ostante la contraddizione de' Bolognesi, e d'altri interessati, divertiti dal loro alveo, per dar comodità allo scavamento del Po di Ferrara, e de' suoi due rami di Primaro, e di Volana, per introdurre in essi l'acqua del Po grande, acciocchè restituiti loro i soliti torrenti, ne portassero l'acque torbide al mare, ed alla Città rendessero la navigazione già perduta, come è chiaro per il Breve dello stesso Papa Clemente, scritto al Cardinale San Clemente sotto li 22. Agosto 1604.

L'opera della detta scavazione, e dell'introducimento di detto Po, o per esser tale in se stessa, o per la disunione de' Cardinali Legati allora in questi Paesi, e per dispareri venuti fra di loro, riuscì tanto difficile, che dopo d'aver spesi molti, e molti danari, in termine di 21. anni altro non si è fatto, che rendutola più malagevole.

Intanto con l'acque loro e torbide, e chiare hanno i torrenti danneggiato i terreni posti alla destra del Po d'Argenta, ed il Reno quei de' suoi lati, di cui favellerò prima, come di quello, che è di maggior importanza, e da cui procede la principal cagione de' mali, che risultano ancora dagli altri.

Questo avendo allagato la tenuta della San Martina di circonferenza di 14. miglia in circa datagli prima, e parte di quella del Cominale datagli poi quasi per conca, d'onde deposta la materia delle torbide, se n'esce chiaro per le bocche de' Masi, e del Lievaloro nel Po di Primaro, e di Volana, ruppe l'argine circondario verso S. Martino, e quello dell'alveo suo nuovo alla destra appresso la Torre del Fondo.

Per

Per le rotture di questo lato versa gran copia dall'altra parte del Cominale, e ne' Paesi di Raveda, del Poggio, di Caprara, delle Ghiare di Reno, di Sant'Agostino, di S. Prospero, di S. Vincenzio, ed altri, e ridottili incoltivabili, fa eziandio poco fruttuosi quei di sopra per l'impedimento, che ricevono i loro scoli, trovando i condotti chiamati Riolo, e Scorsuro non solo ripieni dalla mota, e dalla belletta di lui, ma che tornano all'insù verso di loro medesimi.

Ma per le bocche nell'argine circondario al Borgo di S. Martino, uscendo con impeto, ha prima ammotito l'antica navigazione della Torre della Fossa, e poi la moderna della bocca de' Masi; sicchè al presente il commercio fra Bologna, e Ferrara è perduto, nè si potrà senza fallo ravvivar giammai in guisa durabile, mentre ch'egli il dovrà traversare; e qualsivoglia danaro, che vi s'impieghi, sarà senza frutto equivalente, con pregiudizio manifesto, e notabile della Camera Apostolica.

Quindi passando nella Valle di Marrara, gonfia non solo per accrescimento dell'acqua, ma per l'alzamento del fondo, a cagione della materia depostavi delle torbide, la dilata, sicchè occupa i terreni al dintorno, nè riceve colla solita facilità gli scoli de' Paesi superiori, de' quali i più vicini rimanendo coperti dell'acque, che su per i condotti ringorgano, ed i più lontani delle piovane, che stagnano, non trovando esito, divengono o del tutto inutili, o poco meno.

Da questa Valle per il cavo, o fossa di Marrara, o vogliamo del Duca, per la Buova, o bocca del Castaldo de' Rossi, e per la nuova se ne va nell'alveo del Po d'Argenta, che dovendolo ricever chiaro, per esserne maggiormente profondato, e ricevendolo torbido, perchè s'è acquistato maggior corso, ne sentirà contrarissimo effetto.

Quivi dunque tenendo alta la superficie dell'acqua fino al mare, impedisce, che le Valli di Ravenna, dove il fiume Senio, che quelle di S. Bernardino, dove il Santerno fu voltato, che quelle di Buon Acquisto, e quelle di Marmorto, dove entra l'Idice, la Quaderna, il Sellero, non possono smaltire l'acque loro per le solite loro aperture; anzi che molte volte, come io medesimo ho veduto nella visita, ne bevono ampiamente; dal che congiunto colle torbide di quei fiumi, che in esse muojono, gonfie anch'elle si dilatano, ed altri terreni allagano, altri priva-

privano di ſcolo, nella maniera che di quella di Marrara ſi è detto; di ſorta che dalla punta di S. Giorgio fino a S. Alberto tutti quei, che erano fra le Valli, e il Po, ſono guaſti; di quei, che ſono fra Valle, e Valle, molti rendutiſi di peſſima condizione, e quei di ſopra per qualche ſpazio peggiorati non poco.

In fine dall' alzarſi il fondo delle Valli, ed il letto del Reno, e dall' empirſi troppo d'acque il Po di Primaro ne ſovraſta alle Valli di Comacchio, dalla cui banda è peſſima l'arginatura, ed al Poleſine di S. Giorgio un pericolo col tempo, ſe non ſi ſoccorre, irreparabile, e di preſente ſente l'incomodo dell'acque, che per i pori della terra penetrando, ſorgono in lui, che quà chiamano ſurgive, che tutto è per ridondare in danno della Città di Ferrara, tanto nobile all' Italia, e tanto importante allo Stato Eccleſiaſtico.

Le quali coſe tutte appariſcono verificate per mano di Notajo nella viſita fatta da me per comandamento di Sua Santità, e ſono ancora per tali conoſciute dagli ſteſſi Ferrareſi, de' quali, oltre all'iſtanza de' Bologneſi, la maggior parte chiede compaſſione con diverſi Memoriali, e rimedio sì per i danni paſſati, sì anco per l'avvenire, da' quali io ſtimo debito di coſcienza, e di carità ſollevarli.

Giudicò Papa Clemente, che modo ſufficiente foſſe per queſto la detta introduzione del Po grande nell'alveo di Ferrara; penſiero veramente eroico, e di non minor bellezza, che utilità alla detta Città, del quale non parlo al preſente, perchè io ſtimo eſſer di meſtieri un rimedio più pronto, ed apparecchiato.

Onde non veggo, che altrove ſi poſſa applicare l'animo, che al rimover il Reno, laſciando per ora di trattare d'incaſſarlo di Valle in Valle fino al mare, come diſegnavano i Duchi di Ferrara, concioſſiacoſachè tutti quei Ferrareſi, che hanno intereſſe nel Poleſine di S. Giorgio, ed alla deſtra del Po d'Argenta, non ve lo vogliono, e ſe ne proteſtano pur troppo chiaramente, e che avanti che gli ſi foſſe fatto l'alveo fino al mare, traſcorrerebbero molte centinaja d' anni, e frattanto non che rimediare a' pregiudicj di coloro, che oggi ſi rammaricano, ma s'accreſcerebbero d' aſſai, poichè le Valli ſi manterrebbero gonfiate, gli ſcoli rattenuti, gli altri torrenti impediti, ſi dovrebbero gonfiare non

poche

Digitized by Google

poche terre, che sono fra Valle, e Valle, ed in fine per non avere dalla San Martina al Mare in spazio di miglia cinquantuno più caduta di piedi *19. 8. 6.*, gli mancherebbe quella forza, che gli stessi, che propongono questo partito, vogliono, che egli abbia, per non depor la materia delle torbide, quando si divisa di metterlo in Volana.

Sicchè facendosi la linea del fondo vicino a Vigarano, si alzerebbe a quei termini prodigiosi, che essi aggradiscono, e se ne dovrebbero aspettare quei mali, per li quali tanto abborriscono l'introdurlo nel detto Po di Volana.

Tra le vie dunque, che io ho avvisato per cotal remozione, e che io ho fatte considerare, e livellare da' Periti con l'assistenza del Ven. P. D. Benedetto Castelli Cassinense, uomo fidato, e da bene, nè meno esperto in somiglianti maneggi d'acque, che versatissimo nelle discipline della Matematica, due sole, essendo l'altre o troppo lunghe, o troppo pericolose alla Città, mi son parute degne, l'una contuttociò più dell'altra, d'essere rappresentate a V. S. Illma.

L'una si è di rimetterlo nell'alveo di Volana, per lo quale se ne vada da per se solo al mare.

L'altra si è di voltarlo al Po grande alla Stellata, che come altre volte ha fatto, lo porti al mare felicemente.

In quanto a dover eleggere la prima strada, par che ci esorti il non farsi cosa nuova, mentre si restituisce dove fu rimosso nel 1522. al tempo di Papa Adriano d'accordo seguito per via di contratto fra il Duca Alfonso di Ferrara, ed i Bolognesi, e l'esservi andato fin a che ne fu tolto via per le cagioni, che sono o cessate, o per troppo lungo tempo differite.

Medesimamente la facilità, con che si può effettuare, lasciandolo correre nel Po rotto, donde si volti a Ferrara, ovvero inviandolo dalla Torre del fondo alla bocca de' Masi, e di là per la scavazione fatta da' Ferraresi per Panaro, dove trovando ancora ampio letto, ed alti, e grossi argini, che servirono altre volte per lui, e per le acque del Po, sia per risparmiare una grandissima spesa.

Che qualunque si sia la caduta, che egli abbia, se la manterrebbe, non avendo altri fiumi, che colle loro piene lo possano impedire, e che

cor-

correndo ristretto fra buoni argini, senza dubbio non lascerebbe per via la mota, massime che gli basterebbe per venir a Codigoro, dove ajutato poi dal flusso, e reflusso del mare, non correrebbe rischio di riempirsi il fondo da quindi ingiuso.

Che se ne potrebbero trarre molti comodi per la Città a cagion dell'acque correnti, a sperarne anco una più mediocre navigazione.

All'incontro s'oppone, che non conviene pensare di rimettere questo torrente nel Po rotto pel pericolo, che ne ridonderebbe a questa Cittadella.

E che andando dalla Torre del fondo per la San Martina alla bocca de' Masi dalla Chiesola di Vigarano fino al mare, per questo cammino vi sono 70. miglia, nè la caduta non è maggiore di piedi *26. 5. 6.*, a talchè verrebbe a cadere sole once 4., e mezzo in circa per miglio, mentre che la comune opinione de' Periti (perchè i torrenti non depongano la lor materia nelle piene) richiede la vigesima quarta della centesima di tutta la lor lunghezza; che nel proposito nostro fattone i conti alle misure di questi paesi a once *16.* per miglio, ne seguirebbe certissima la deposizione, e per questo immenso l'alzamento della linea del fondo, ed in conseguenza l'obbligo ancora d'alzar gli argini, l'impossibilità del mantenerli, il pericolo delle rotte, e delle rovine, cose troppo dannose a' Polesini dell'istessa Città, e di S. Giorgio, gl'impedimenti degli scoli, che dalla Torre di Tiene in giù entrano in detto alveo, cioè delle chiaviche di Goro, e della bonificazione di Ferrara, ed oltre i danni, che all'istesso Polesine di S. Giorgio, ed alle Valli di Comacchio apporterebbero l'acque, che entrassero nella Gora de' Mulini di Belriguardo per le chiaviche di Quadrea, che non si potrebbero serrare, perchè appartengono al Sig. Duca di Modena, che ha jus di deviare a suo piacere le acque di quel luogo ad effetto di macinare.

La maggior parte delle quali opposizioni altri pretende render vane col dire, che andandovi ultimamente, quando ne fu tolto, è segno, che aveva fatta l'elevazione della linea, che gli bisognava, negando bisognargli declivio così grande, come di sopra si è detto, e che per l'avvenire non si alzerebbe d'avvantaggio.

Che le stesse chiaviche vi sboccavano, mentre vi era il Po, onde molto più dovervi potere sboccare, mentre che vi sia solo il Reno.

Che

Che le rotte non verrebbono, o che se ne venissero, sarebbono sole dell'acqua del Reno, che in poche ore si piglierebbono (pigliare le rotte chiamano quà il turarle, e racconciar l'argine,) e sarebbe dubbio, se apportassero più incomodo, che utile; imperocchè le sue torbide potrebbono in molti luoghi recare, riempiendo, opportuna bonificazione.

Or tralasciando il discorrere della sodezza delle ragioni degli uni, e degli altri, io apporterò quelle, che muovono me a sospendere d'aderire a questo partito.

La prima si è, che quantunque io non ardisca di sottoscrivermi alle opinioni di coloro, che ricercano once *16.* per miglio di caduta al Reno, perchè non deponga la sua materia, pure non farei io l'Autore di farne la prova con tanto pericolo; imperocchè avendo per acquistarne qualche notizia fatto livellare i fiumi Lamone, Senio, e Santerno da Bernardino Aleotti, si è trovato, che hanno più di caduta assai di quel che richieggono i Periti, siccome egli ha dalla botta de' Ghislieri alla Chiesola di Vigarano, che in spazio di quattro miglia cade il suo fondo cinque piedi, ed once cinque. Onde stimo maggior prudenza il reggermi con tale esempio, che l'andar contro ad una comune opinione, massime che gli effetti cagionati dall'istesso Reno mi vi confermano; conciossiacosachè quando egli fu abbandonato dal Po, dopo non molti anni, o perchè avesse interrito il suo alveo, o perchè gl'increscesse il troppo lungo cammino, anch'egli naturalmente si voltò, e prese la strada dell'istesso Po verso la Stellata. Anzi in quegli istessi anni, che egli vi andò solo, cominciò (per quanto dicono) a far delle rotte; segno evidente, che posando materia s'alza; il che si confà col detto d'alcuni interrogati nella visita del Notajo, i quali sentirebbono grand'utile d'aver acqua corrente, e qualche sorte di navigazione, e nulladimeno affermano aver lui, mancando d'acqua perenne, fatti troppo alti interrimenti, sicchè rimettendolo dond'egli volontariamente partì, dubiterei, che dopo breve tempo, se non subito, partisse di nuovo.

La seconda ragione piglio io dall'osservazione di quel che faceva il Panaro, quando con tanto applauso de' Ferraresi fu messo dal Sig. Cardinal Serra in detto alveo di Volana; imperciocchè non ostante che egli aves-

Digitized by Google

avesse acqua perenne assai più che il Reno; pure nel tempo che egli vi stette, alzò il suo letto ben cinque piedi, come si è veduto sotto all'intestatura fatta dal Signor Cardinale Capponi al suo nuovo alveo; anzi il medesimo Sig. Cardinal Serra, che pur desiderava, che apparisse questa sua operazione non essere stata d'alcun pericolo, o danno, fu costretto nelle piene di lui tagliarlo nella San Martina, perchè non rompesse, e danneggiasse la Città; il qual pericolo temerei io più dal Reno, come da portator d'acqua, e di torbide assai più copioso.

Terzo mi dà gran fastidio nell'incertezza della riuscita del negozio la grave spesa, perchè non approvando io di rimetterlo vicino alla fortezza per molti rispetti, ed inviandolo dalla Torre del fondo alla bocca de' Masi, vi vogliono otto miglia d'argini doppj, assai malagevoli a farsi, per essere il terreno coperto dall'acque; ma dalla bocca de' Masi fino a Codigoro sarebbe ancor di mestieri far nuovi scavamenti, affinchè avvicinandosi l'acqua col roder poi le ripe, si accomodasse un letto bastevole pel suo corpo, non essendo sufficiente a mio parere il profondamento fatto per Panaro, del quale, quando pur bastasse, pretenderebbero i Ferraresi d'esser rimborsati, e soddisfatti della spesa.

Quarto ha forza in me il vedere, che gli stessi interessati nella remozione di detto torrente, cioè i Bolognesi, non v'inclinano, e che tutta la Città di Ferrara, eziandio quei Cittadini, che da lui ricevono danno, al presente l'abborriscono.

Questi, o perchè venga difficultata loro da cotal operazione l'introduzione dell'acqua del Po grande, o perchè veramente ne temano il pericolo; quelli, o perchè conoscano non poter lungamente il Reno durare in quel luogo, o perchè dubitino, che sia troppo esposto a' taglj di coloro, che non vel desiderano; checchè si sia, avendo altri modi, a me pare doversi tralasciare quello, che a chi ha bisogno, che egli si rimuova, è di minor soddisfazione, e che a chi contraddice è di maggior dispiacere.

Finalmente io onoro assaissimo il giudizio del Sig. Cardinale Capponi, il quale avendo al naturale ingegno suo, ed alla sua prudenza aggiunto uno studio, ed un'osservazione, ed un'esperienza particolare di queste acque per spazio di tre anni continui, stimò non potere il Reno andar

per

Digitized by Google

per Volana, col quale s'accorda il parere del Signor Cardinale di San Marcello Legato di questa Città, di cui per la sua esquisita intelligenza si dee far gran conto. Ma quando pure si volesse pigliar questa via, sarebbe di mestieri unirgli l'acque perenni del Canalino di Cento, del Canal Naviglio, del Guazzaloca, e nel suo bel principio quelle della Dardagna, che al presente è uno de' fonti di Panaro, acciocchè l'ajutassero a portar le sue torbide al mare, ed allora senza fallo vi vorrebbe maggior cavamento, e disporsi a patire nel Polesine di S. Giorgio, e di Ferrara il danno delle surgive.

Più agevolmente inclinerei dunque a mandarlo alla Stellata del Po grande per le ragioni, che ingegnosissimamente il Sig. Cardinale Capponi raguna in una sua breve, ma ben fondata Scrittura, non perchè veramente non fosse per apportare e con le surgive, e con le rotte, massime ne' principj, qualche danno; ma perchè del male io lo stimo di gran lunga il minore di qualsivoglia altro; e perchè in questo modo non si dà cagione a' Ferraresi d'esclamare, che si toglie loro la speranza di poter mai più vedere il Po alle mura della loro Città, a' quali dove si può è ragionevole di soddisfare.

E' cosa certa, che il Po è stato posto dalla natura nel mezzo di questa gran Valle fatta dagli Appennini, e dall'Alpi, per portar, quasi cloaca maestra, al mare, ricetto di tutte l'acque, ancor quelle, che piovono da esse.

Che il Reno da tutti i Geografi, Strabone, Plinio, Solino, Mella, ed altri è annoverato fra i fiumi, che entrano nell'istesso Po.

Che quantunque il Po abbia da se stesso cambiato di cammino, nientedimeno il Reno andrebbe a trovarlo, se al suo corso non facessero contrasto l'opere fabbricate dagli uomini; onde non è, nè dee parer strano, se altri per maggior comune utilità glielo renda.

Ma alla Stellata può egli andare per più strade, come apparisce dalle livellazioni fatte d'ordine mio, delle quali a me piacerebbe il voltarlo alla Botta de' Ghislieri, conducendolo sopra il Bondeno alla Chiesa di Gambarone, poco più alto, o basso, conforme sarà giudicato di minor danno, quando se ne dovrà venir all'esecuzione; e questo per due ragioni principali, l'una perchè si vien conducendo per l'estremità dello

Digitized by Google

lo Stato Ecclesiastico, senza separar quello di Ferrara dagli altri: l'altra si è, perchè la linea è più breve, e conseguentemente la caduta maggiore, conciossiacosachè in spazio di miglia dieci, e un terzo cade piedi ventisei, più assai di quel che chieggono i Periti, ed anderebbe per luoghi, dove potrebbe far poco danno, non ostante che s'ingegnino gl'interessati di amplificarlo incredibilmente.

In contrario due sole opposizioni si fanno degne d'esaminarsi: l'una, che s'impediscono gli scoli di S. Bianca, del Canalino di Cento, e di Bruna, e tutti que', che entrano nel Po, per l'accrescimento in esso dell'acque. L'altra si è, che crescendo il Po sopra la soglia della chiavica Pilastrese ben 20. piedi, il Reno non vi avrebbe caduta, onde si alzerebbe a segni spaventosi, fino a' quali non si potrebbono nè fabbricare, nè fabbricati mantenere gli argini, sicchè traboccherebbe sopra le campagne con danni, e rovine indicibili, e irreparabili, come ne mostra l'esperienza fatta del Panaro, che essendosi costretto con argini di andar nel Po, non essendo questi ancora nella sua grande escrescenza, egli ruppe nel Finalese, e nel Ferrarese; e quando pur ciò si potesse fare, ne seguirebbe, che messi nell'alveo del Po 2800. piedi riquadrati d'acqua, che tanto si fa conto esser quei del Reno, e del Panaro insieme nelle loro piene, alzerebbono quattro piedi almeno la superficie di esso in guisa, che o converrebbe per tutto il suo tratto fino al mare alzargli ancora fino allo stesso termine gli argini, al che non basterebbono i tesori dell'Indie, ovvero converrebbe avere delle rotte crudelissime.

A questi due capi si riducono le ragioni diffusamente spiegate in contrario, e rispondendo prima all'ultimo, come più importante:

Dico doversi considerare tre casi. Il Po grosso, e Reno basso. Secondo il Reno grosso, e il Po basso. Terzo il Reno, ed il Po ambidue grossi insieme.

In quanto al primo, ed al secondo non vi è difficoltà; perchè se il Po non sarà nella sua maggior escrescenza, sempre il Reno vi avrà caduta, nè vi sarà necessaria altra manifattura intorno agli argini; e se il Reno sarà egli basso, il Po rigurgiterà nell'alveo di quello, nè perciò seguirà male alcuno. Rimane il terzo, dal quale si aspettano molti mali; ma egli è cosa indubitata, che le piene del Reno per venir dagli

Appen-

Appennini vicini, e dalle piogge, e per durare sette, ovvero otto ore al più, non mai, o di rado si rincontrano con quelle del Po, cagionate dal disfacimento delle nevi dell'Alpi lontane almeno 400. miglia; ma perchè egli può talvolta accadere, si dice, che occorrendo non andrà il Reno altrimenti nel Po, ma se gli potrà lasciare uno, o due sfoghi, cioè per l'alveo di Ferrara, come ha sempre avuto, e nella San Martina, dove corre al presente, e dove non ha dubbio, che gl' interessati se ne contenteranno, giudicando troppo util loro d' aver sopra i lor terreni l' acqua una volta ogni quattro, o cinque anni, in vece di averla continuamente; anzi lo sfogo si potrà regolare, riserbandogli l' alveo, dove al presente corre il Reno, ed in vece d' intestarlo con un argine alla Botta de' Ghislieri, forse intestarlo con una forte fabbrica di chiaviche, le quali si possono ad ogni beneplacito serrare, ed aprire; e per me non ho dubbio, che i Padroni medesimi della San Martina gli anderanno arginando un alveo, che ristretto nel tempo degli sfoghi conduca le torbide nel Po di Primaro; nè perciò si può temere d' alcuno interrimento, poichè si presuppone dover molto di rado venir la necessità di servirsene, onde vi sarebbe tempo bisognando d' andarlo scavando di mano in mano.

Cessano per questa maniera tutti que' prodigj, che dall' entrar l' acqua del Reno grosso nel Po alto si fanno con tanto timore, a' quali benchè non sia di mestieri altra risposta, non s' ha per vera contuttociò quella quantità d' acqua, che s' asserisce esser portata dal Reno, e dal Panaro; avvegnachè non meno acutamente, che veramente ha osservato il P. D. Benedetto Castelli le misure, ponderando la lunghezza, e la profondità del fiume, non esser bastevoli a porre in chiaro la verità, ma che vi vuole ancora l' osservazione della velocità dell' acque, ed il termine del tempo; cose finora non considerate da' Periti; e perciò non potersi asserire che quantità d' acqua portino i detti fiumi, nè far conseguenza dell' alzamento loro. Ma egli è ben vero, che se tutti i fiumi, che entrano nel Po, che sono più di trenta, alzassero nella maniera, che da questi si fa il calcolo del Reno, non gli basterebbono cento piedi d' altezza d' argini, e pure n' ha tanti, e tanti meno. Onde si conferma l' avvertimento del R. D. Benedetto, cioè la proporzione dell' altezza dell' acqua del Reno in Reno all' altezza dell' acqua del Reno in Po

Digitized by Google

Po esser composta della proporzione della larghezza dell' alveo del Po a quella del Reno, e della velocità dell'acqua del Reno in Po alla velocità dell'acqua del Reno in Reno; chiaro argomento non potere in lui per questo nuovo accrescimento d' acque seguir alterazione, che necessiti d'alzare i suoi argini, come apparisce dall'esempio del Panaro, che anzichè gonfiare il Po, l'ha piuttosto renduto magro, perchè egli è andato rodendo molti renaj, e molte isolette createsi nel suo letto per mancamento d' acque sufficienti a portar la materia delle piene in tanta latitudine, e come s' impara dalla pruova fatta da noi nel Panaro con l'acqua di Burana, conciossiacosachè messi nel fiume segni stabili, e turata la detta chiavica, non si vide abbassamento sensibile, nemmeno avendola dopo aperta, sensibile alzamento; dal che si giudica dover succedere il medesimo al Po del Reno, avendo senz'altro maggior proporzione Burana al Panaro, che Reno al Po, considerato lo stato d'essi fiumi, nel quale fu fatta l'osservazione.

Di sorte che cessa il bisogno di quei grandi alzamenti degli argini, ed il pericolo delle rotte tanto del Reno, quanto del Po, ed anco il dubbio, che le chiaviche, le quali scolano nel Po, ricevano impedimento, il quale quando bene vi fosse, trascorrerebbe in ore brevissime; ed in quanto alle rotte del Panaro seguite nel 1623., non so perchè, mentre si confessa non essere il Po stato allora nella sua grossezza, s'abbia piuttosto ad attribuire la colpa a lui, che a scaricarnelo.

La verità si è, che l'argine non fu altrimenti fatto per alcuna prova, poichè l'istesso oggi rimane intiero, e perfetto, e che il Panaro non traboccò, anzi vi era quando ruppe ben più d'un piede e mezzo di vivo de' suoi argini, ma ruppe per una topinara, (topinara chiamano quà quelle buche, che fanno le talpe) e per la qualità di essi argini, come costa dal detto d'alcuni testimonj esaminati d'ordine mio, per saperne la verità. Nè posso quì astenermi di dire, che si converrebbe in somiglianti negozj camminar più sinceramente. Ma per assicurarsi nientedimeno al possibile di così fatte rotte, le quali potrebbono dal principio per la novità degli argini avvenire, io presuppongo dal Po al luogo, donde si taglierà il Reno, dover far arginatura alta, e grossa con le sue banche, talmente che ragionevolmente non si debba temere di qualsivoglia

Digitized by Google

fivoglia copia d'acqua, ancorchè fosse vera quella concorrenza di tre fiumi più ingegnosamente esagerata, che sussistente in fatto, per quel che di sopra si è detto, a cui non mi pare dover più lungamente rispondere, siccome nè anco a quei, che dicono, che il Po sarà ammotito dal Reno, avvegnachè questi sono gli stessi, che pretendono introdurre una piccola particella d'esso Po nell'alveo di Ferrara, acciocchè conduca al mare non il Reno solamente, ma eziandio tutti gli altri torrenti, de' quali ci lamentavamo, e perchè egli è di più impossibile, che un fiume tanto grande come il Po sia atterrito da un torrente, che non può quasi avere, per dir così, alcuna proporzione con esso lui.

Vengo ora alla materia degli scoli; ed in quanto al Condotto di Burana, già si tratta di voltarlo nel Po grande, sicchè in tal caso non riceverà danno, e se pur non si rimovesse una botte sotterranea, seguirebbe il viaggio, che egli tiene al presente, ed anco si potrebbe far riboccare nello stesso alveo nuovo del Reno, che accomodandosi alla superficie dell'acqua del Po, si manterrebbe più basso di quel che fosse Panaro, quando veniva a Ferrara, nel quale con tutto questo scolò Burana per alcun tempo.

Il Condotto di S. Bianca, ed il Canalino di Cento anch'essi o per due botte sotterranee possono scolare senza alcun danno dove scolano al presente, ovvero senz' altra manifattura nello stesso nuovo alveo, benchè con alquanto più di malagevolezza; ed intanto l'alveo di Ferrara, rimaso asciutto, sarebbe sufficiente ricettacolo di qualsivoglia altro scolo, che vi restasse.

Le quali operazioni con 150. mila Scudi bene, e fedelmente amministrati si perfezionerebbero; nè li Bolognesi si mostreranno ritrosi in provvederli, oltre che dovranno contribuire anco que' Ferraresi, che parteciperanno del comodo.

Siami lecito in questo luogo proporre un pensiero, il quale per avventura in un istesso tempo cagionerebbe due beni, ancorchè non sia del tutto nuovo. Fu al tempo di Papa Paolo V. trattato da un cotal Crescenzio Ingegnero di tagliar sopra le Papozze il Po grande, e fatto un sufficiente cavamento, derivarne l'acqua nel Po d'Adriano, per rendere a questo la navigazione; il che non fu poi effettuato o per le op-

posizioni di coloro, i cui beni si dovevano tagliare, o per la grossa somma di danari, che v'era necessaria; ma nell'andare visitando que' fiumi si è veduto, che cotal taglio si potrebbe agevolmente fare sotto le Papozze in un fioldo, cioè in una corrosione dell'argine chiamato Santa Maria, e tirare un fosso della grandezza, che fosse giudicato bastevole da' Periti fino al Po d'Arian sotto le secche di essa S. Maria; il che per non essere opera di più di 160. pertiche, si finirebbe con solo 12000. Scudi.

Primieramente si crede, che senza fallo, correndovi l'acqua, aprirebbe in mare quella bocca, che al presente è quasi interrita dalla spalla della rena, che vi ha portata la nuova bocca di Porto Virro, e che rimetterebbe in piedi il Porto di Goro, e la sua navigazione.

E forse l'esperienza c'insegnerebbe, che la superficie del Po verrebbe ad abbassarsi per questo nuovo smaltimento d'acqua, sicchè l'ingresso del Reno assolutamente non facesse in lui alcun alzamento, onde se così n'avvenisse, non avrebbero pretesto di lamentarsi quei Principi, che mostrano dubitare, se per questa nuova acqua nel Po patiscano le chiaviche.

Il che non ho voluto tralasciare di spiegare a V. S. Illustrissima, non già perchè io glielo ponga avanti per cosa ben sicura, ma perchè ella ne possa, volendo, pigliar parere da persone esperimentate in simili affari.

Torno bene a replicare per indubitato, che il Reno non può, nè dee star più dov'egli oggi si trova, e che altrove non può andare che nel luogo, ove disegnava il Signor Cardinal Capponi, e che a me per ora piacerebbe più d'ogni altro, ovvero in Volana, donde fu tolto via, potendo a parte del male, ch'egli vi può fare, ovviare la vigilanza degli uomini.

Ma dalla remozione d'esso, oltre all'alleggerimento del male, che egli stesso fa, ne risulterebbe ancora la diminuzione di quello, che è cagionato dagli altri torrenti alla destra del Po di Argenta, conciossiacosachè mancando ad esso Po tutta l'acqua di quello, verrebbe egli ad abbassarsi in guisa, che le Valli vi avrebbono maggior caduta, e per conseguenza smaltirebbero più copia d'acqua, onde anche in esse più

agevol-

Digitized by Google

agevolmente cadrebbero gli scoli de' Paesi di sopra, massime se fosse perfezionato il cavamento del Zenzalino, per d'onde l'acque di Marrara scendessero in Marmorta: si allargasse ancora, e si finisse quello della Bastia, per lo quale nel detto Po di Argenta entrasse tant'acqua, quanta gli si togliesse per la remozione del Reno, avvegnachè in tal modo s'abbasserebbero le Valli doppiamente, nè gli Argentani, e que' del Polesine di S. Giorgio, ed i Comacchiesi avrebbero cagione di lamentarsi, poichè non si darebbe loro più acqua di quello, che fosse stata tolta prima, anzi talvolta che l'avevano torbida, l'avrebbero chiara, nè temerebbero d'alcun alzamento, e con questo si restituirebbero alla coltura grandissima quantità di terreni; al che fare sarebbe assai la somma di 50. mila Scudi, e ciò basterebbe al presente intorno a' detti torrenti, conducendoli un poco più avanti a riempire intanto i maggiori fondi delle Valli, per non entrare in opera più vasta, e più difficile, che seco anche ne apportasse la difficoltà dell'altre operazioni, e così venisse ad impedire l'utile, che questi Popoli aspettano dalla paterna carità di Sua Beatitudine.

ALL'ILLUSTRISSIMO, E REVERENDISSIMO SIGNORE, E PADRONE COLENDISSIMO, MONSIGNOR D. FERRANTE CESARINI.

IL mio Trattato della Misura dell'Acque correnti non ha, Illustrissimo, e Reverendissimo Signore, la maggior prerogativa, che l'esser stato frutto del comando della Santità di N. S. Papa Urbano VIII., quando la Santità Sua restò servita comandarmi, che io andassi con Monsignor Corsini nella visita, che gli fu imposta l'anno 1625. dell'Acque di Ferrara, Bologna, Romagna, e Romagnola, poichè con quell'occasione applicando io tutto lo studio al servizio, ed obbligo mio, spiegai in quel Trattato alcuni particolari non bene avvertiti, e considerati finora (ch'io sappia) da nessuno, ancorchè per se stessi siano importantissimi, e di grandissime conseguenze. Contuttociò rendo grazie a V. S. Illustrissima dell'onore, ch'ella fa a quella mia operetta; ma non vorrei già, che col stimarla tanto pregiudicasse al concetto universale, che il Mondo tiene del suo purgatissimo giudizio.

I 3 Quanto

Digitized by Google

Quanto poi a quel punto, che io tocco nel fine, cioè, che il considerare la velocità dell'acqua corrente supplisca alla considerazione della larghezza, tralasciata nel comun modo di misurare l'acque correnti, avendomi ella comandato, che in grazia della pratica, ed anco per scoprir bene il disordine, che segue oggidì comunemente nella distribuzione dell'acque delle fontane, dimostrassi, che la cognizione della velocità serve per conoscere la lunghezza; ho pensato soddisfare al suo comandamento col raccontare una Favola, la quale, se non m'inganno, ci spiegherà la verità in modo, che ancora il rimanente del mio Trattato resterà assai più chiaro, ed intelligibile ancora a quelli, che vi sentono qualche durezza.

Fu già ne' tempi antichissimi, avanti che l'arte maravigliosa del tessere fosse in uso, ritrovato in Persia un ricchissimo, e strano tesoro, il quale consisteva in una moltitudine grande di pezze d'Ermesino, o Damasco, che si fosse, credo, che arrivasse a ben due mila pezze, le quali erano di tal condizione, che ancorchè la loro larghezza, e grossezza fosse finita, e determinata, conforme a quello, che si usa ancora di presente, in ogni modo la lunghezza loro era in certo modo infinita, perchè senza mai mancare uscivano quelle due mila pezze con i loro capi giorno, e notte senza intermissione di queste, a segno che di ciascuna pezza uscivano 100. canne il giorno da una profonda, ed oscura spelonca consacrata dalla superstizione di quei popoli alla favolosa Aracne. In quei primi tempi (credo, che fossero di quella tanto lodata, ed in vano sospirata età dell'oro) era in libertà d'ognuno di tagliare da quelle pezze quella porzione, che gli pareva, senza difficoltà nessuna: ma peggiorandosi poi, e corrompendosi quella felicità ignorantissima del Mio, e Tuo, termini veramente perniciosissimi, origine di tutti i mali, e cagione di tutte le discordie, furono da quelle genti poste alla spelonca forti, e vigilanti guardie, le quali avessero pensiero di vender la mercanzia, ed in questa maniera cominciossi a far guadagno sopra la ricchezza di quel tesoro, vendendo a diversi negozianti il jus, per dir così, di quelle pezze, a chi d'una, a chi di due, e a chi di più. Ma quello, che fu peggio di tutto, furono dall'ingorda avarizia ritrovate sottilissime invenzioni per ingannare ancora i Mercanti, che venivano

per

Digitized by Google

per comprare la suddetta mercanzia, e rendersi padroni chi d' uno, chi di due, e chi di più capi di quelle pezze di drappo, e particolarmente furono accomodate nei più reconditi segreti della spelonca alcune macchine ingegnose, con le quali ad arbitrio delle guardie si ritardava la velocità di quei drappi nell' uscire della spelonca, in modo che quello, che di ragione doveva avere 100. canne il giorno di drappo, non n' aveva più che 50., e quello, che ne doveva aver 400., godeva il benefizio di 200. solamente, e così tutti gli altri venivano defraudati della loro ragione, essendo il sopra più venduto, usurpato, e dispensato secondo la volontà degli avari ministri; talchè il negozio camminava confusamente, senza ordine, e senza giustizia in modo, che la Dea Aracne sdegnata contro quelle genti, privò tutti di quel benefizio, chiudendo affatto con un orribile terremoto la bocca della spelonca in pena di tanta empietà, e malizia; nè valse loro lo scusarsi, con dire, che mantenevano al compratore la pattuita larghezza, e grossezza del drappo, e che della lunghezza, essendo infinita, non si poteva tener conto nessuno, perchè il savio, e prudente Sacerdote della sagrata spelonca rispose, che l' inganno consisteva nella lunghezza, la quale veniva defraudata, mentre si ritardava la velocità del drappo nell' uscita; e quantunque la lunghezza totale del drappo fosse infinita, non finendo mai d' uscire, e però incomprensibile, in ogni modo la lunghezza sua considerata a parte a parte, la quale usciva dalla caverna, ed era negoziata, restava sempre finita, e poteva essere ora maggiore, ed ora minore, secondo che veniva ad esser costituito il drappo in maggiore, o in minore velocità; e soggiunse di più, che la buona giustizia ricercava, che quando si vendeva una pezza di drappo, ed il dominio di essa, non solo doveva essere stabilita la larghezza, e grossezza del drappo, ma ancora si doveva determinare la lunghezza, determinando la sua velocità.

Il medesimo disordine, e confusione spiegato in Favola segue per appunto in Istoria nella distribuzione dell' acqua delle fontane, mentre si vendono, e si comprano, avendo riguardo solamente alle due dimensioni della larghezza, e dell' altezza della bocca, che trasfonde l' acqua, e per rimediare a un tale inconveniente è necessario stabilire ancora la

lunghezza nella velocità: imperocchè mai ſi potrà formare concetto neſſuno della quantità del corpo dell' acqua corrente con le due dimenſioni ſole della larghezza, ed altezza ſenza la lunghezza.

Ed affinchè tutto ſi poſſa ridurre ad una pratica faciliſſima, con la quale ſi potranno e vendere, e comprare le acque delle fontane giuſtiſſimamente, e con miſure eſquiſite, e ſempre coſtanti;

Debbeſi prima eſaminare diligentemente la quantità dell' acqua, che trasfonde tutto il condotto principale in un determinato tempo, come ſarebbe d' un'ora, di mezza, ovvero di altro minore intervallo di tempo (ed io ho un modo ſquiſitiſſimo, e faciliſſimo di farlo) e ritrovando noi, che tutto il condotto principale trasfonda v. gr. mille barili d'acqua nello ſpazio d'un'ora, dovendoſi vendere parte di queſt' acqua, ſi dovrà vendere non già con le miſure ordinarie, e fallaci, ma ſi dovrà fare il partito con l'obbligo di dare, e mantenere al compratore 10., ovvero 20., o altra quantità di barili, conforme all'accordo nello ſpazio d'un'ora, ovvero d'altro determinato, e ſtabilito tempo. E quì aggiungo, che quando ſi ſia per prendere riſoluzione di fare un tale aggiuſtamento, io metterò un modo di partire, e miſurare il tempo con minuzie tali, che ſi potrà dividere lo ſpazio d'un'ora in 4., e 6., e 8. mila parti ſenza un minimo errore; il qual modo mi fu inſegnato già dal Signor Galileo Galilei, primo Filoſofo del Sereniſſimo Gran-Duca di Toſcana, e mio Maeſtro, e queſto modo ſervirà facilmente, e mirabilmente al propoſito, e biſogno noſtro, a ſegno che ſi potrà ſapere preciſamente quante fogliette d'acqua trasfonderà una fontana in un dato tempo d'ora, meſi, ed anni; e con queſto modo ſi potrà ſtabilire una fiſtola, che ſcarichi in un dato tempo una data, e determinata copia d'acqua.

E perchè l'eſperienza quotidiana ci moſtra, che le ſcaturigini delle fontane non ſi mantengono ſempre ricche, ed abbondanti d'acqua egualmente; ma in alcuni tempi creſcono, in altri ſcemano, il quale accidente potrebbe partorire qualche difficoltà nella noſtra diſtribuzione; pertanto, acciò ſia levato ogni minimo ſcrupolo, crederei, che foſſe ben fatto accomodare un bottino ſecondo il biſogno, nel quale ſempre traboccaſſe una ſteſſa quantità d'acqua, la quale non foſſe maggiore di

quel-

quella, che trasfonde il condotto principale ne' tempi asciutti, e che le fontane sono scarse d'acqua, affinchè in questo bottino si mantenga l'acqua sempre in un modo. Poi al bottino così aggiustato si vadano mettendo le fistole de' particolari, a' quali si vendono dalla Reverenda Camera Apostolica, conforme a quanto si è notato di sopra, e quella quantità d'acqua, che sopravanza, si faccia traboccare in altro bottino, nel quale siano collocate le fistole dell'acque pubbliche, e di quelle, che si dovevano vendere di mano in mano, ed in questo modo ordinato che sarà il negozio, sarà parimente rimediato alli tanti disordini, che seguono continuamente, dei quali per brevità ne voglio notare quattro solamente per benefizio pubblico, ed anco privato, come quelli, che mi sono paruti più enormi, ed intollerabili.

Il primo disordine è, che nel modo comune di misurare, dispensare, e vendere l'acque delle fontane, non s'intende nè da chi vende, nè da chi compra quanta sia veramente la cosa, che si vende, o che si compra, nè io ho mai potuto trovare nessuno nè Ingegnero, nè Architetto, nè Perito, nè altri, che mi abbia saputo dicifrare che cosa sia, e quanta sia un'oncia d'acqua, o due, o dieci, ec. Ma nel nostro di sopra spiegato modo di dispensare l'acque delle fontane s'intende benissimo la vera quantità dell'acqua, che si compra, o si vende, cioè che ella è tanti barili l'ora, tanti il giorno, e tanti in capo all'anno, ec.

Il secondo disordine, che segue di presente nella distribuzione delle fontane, è, che governandosi il negozio, come si governa, resta in arbitrio d'un vil muratore di levare a uno indebitamente, e dare ad un altro ingiustamente più, o meno acqua di quello, che gli perviene di buona giustizia; ed io n'ho visti esempj in fatto. Ma nel nostro modo di misurare, e distribuire l'acque non si può commettere fraude nessuna, e dato il caso che si commetta, è facilissima cosa conoscerla, ed emendarla, con ricorrere a' Tribunali competenti.

Terzo interviene bene spesso, (e n'abbiamo esempj antichi, e moderni) che dispensandosi l'acqua nel modo ordinario, e volgare, viene alle volte dispensata più acqua di quello, che sarà in Registro, nel quale saranno registrate; come dicono dugento once, v. gr., e ne

sa-

faranno difpenfate dugento cinquanta, e più once. La qual cofa intervenne al tempo di Nerva Imperatore, come fcrive Giulio Frontino nel fecondo libro, che fa *de Aquæductibus Urbis Romæ*, dove nota, che aveva in *Commentariis* 12755. quinarie d'acqua, e poi in *erogatione* trovò, che ne difpenfava 14018. quinarie. E fimile errore ha continuato, ed è in ufo ancora modernamente fino a' noftri tempi. Ma fe farà offervata la noftra regola, non s'incorrerà in tal difordine, anzi farà fempre dato a ciafcheduno il fuo, conforme al fantiffimo fine d'ogni buona giuftizia, la quale *dat unicuique quod suum eft*.

Quarto è manifefto, che è in odio, ed abbominevole alla Maeftà Divina *pondus, & pondus, menfura, & menfura*, come dice lo Spirito Santo per bocca di Salomone nei Proverbj al Cap. 20. *Pondus, & pondus, menfura, & menfura, utrumque abominabile eft apud Deum*. E per tanto chi non vede, che il modo di partire, e mifurare le acque correnti comunemente ufato, è efpreffamente contro la legge di Dio, poichè in effo la fteffa mifura alle volte è maggiore, e alle volte minore? Difordine tanto enorme, ed efecrando, che ardirei dire, che per quefto rifpetto folo dovrebbe effere condannato, e proibito ancora per legge efpreffa umana, la quale ordinaffe, che in quefto negozio fi adoperaffe il noftro modo, ovvero più efquifito, e praticabile, nel quale la mifura fi manteneffe fempre d'un tenore coftante, e determinato come facciamo noi, e non fare come ora è *pondus, & pondus, menfura, & menfura*.

E quefto è quanto ho voluto rapprefentare a V. S. Illuftrifs., e Reverendifs. per obbedire a' fuoi cenni, riferbandomi a dare più minuto conto di quefto mio penfiero, venendo l'occafione di ridurre alla pratica così fanta, giufta, e neceffaria riforma della Mifura dell'Acque correnti, e delle fontane in particolare: la qual regola potrà ancora effere di grandiffimo utile nella divifione dell'acque maggiori, per adacquare le campagne, e per altri ufi; e le fo riverenza. Roma in S. Califto li 12. d'Agofto *1639*.

Di V. S. Ill., e Rev.

Dev., ed Obbl. Servitore
D. Benedetto Caftelli Abb. Caffin.

Digitized by Google

IL MARE ADRIATICO,

E SUA CORRENTE ESAMINATA,

E LA NATURALEZZA DE' FIUMI SCOPERTA, E CON NUOVE FORME DI RIPARI CORRETTA.

PENSIERI

DEL DOTTOR

GEMINIANO MONTANARI.

Digitized by Google

IL MARE ADRIATICO,

E SUA CORRENTE ESAMINATA,

E LA NATURALEZZA DE' FIUMI SCOPERTA, E CON NUOVE FORME DI RIPARI CORRETTA.

PENSIERI

DEL

DOTTOR GEMINIANO MONTANARI

Espressi un tempo già in due Lettere alla gl. mem. dell' Eminentiss. Sig Cardinale Pietro Basadonna.

OPERA POSTUMA.



Inalmente resto totalmente persuaso quest'anno dall' evidenza de' fatti di quelle proprietà dell'acque di questi mari, e fiumi, che in essi sboccano, maravigliose, non meno che utili da sapersi, le quali già sono tre anni, che io scrissi all' Eminenza Vostra, che andava scoprendo: onde mi par tempo di sciogliermi dal debito, che coll' Eminenza Vostra contrassi, di spiegarlene diffusamente l' istoria, unita ai verisimili, che io ne vado deducendo, non dubitando punto, che l'alta, e savissima mente dell' Eminenza Vostra, capace di più vaste idee di quello possa somministrarle questo basso Mondo, troverà di che divertirsi in queste poche carte, essendo appunto leggieri divertimenti all'anime grandi, com'è la sua, quelle speculazioni, che agli altri servono di feria, e talora gravissima occupazione.

Fin da' primi tempi, che io ebbi l'onore da questa Serma Repubblica d'esser condotto a' suoi decorosi stipendj nello Studio di Padova, e d' essere

Digitized by Google

re insieme impiegato da questi Eccellentissimi Magistrati a consulte di pubblici rilevantissimi affari, particolarmente d'acque, miniere, artiglierie, ed altro, m'applicai principalmente a rendermi bene informato della natura particolare di quest'acque, loro siti, e varj movimenti, non solo con leggere le scritture, e memorie di tutti i tempi, che intorno d'esse poteva a quest'effetto procacciare (nel che mi sono stati benignissimi gli Eccell. Magistrati stessi); ma con indagare sul fatto con l'oculare inspezione la verità delle cose. E perchè fra le cure più gravi, che la pubblica sapienza in questa materia non perde giammai di vista, una, e la più importante si è la conservazione di questi Porti, e Laguna, per salute della quale ha in ogni tempo, ma molto più nel passato, e nel presente secolo, profuso, e va tuttavia con Regia magnanimità profondendo tesori, e specialmente nella diversione di tanti fiumi, che portando in detta Laguna le torbide, l'andavano interrando; de' quali ben sa l'Eminenza Vostra, che oltre il Bacchiglione, e Brenta, e tanti altri già tempo trasportati fuori di essa Laguna, e gl'importantissimi due fiumi Piave, e Sile, divertiti in questi ultimi anni, omai in essa Laguna non isboccano più altre acque dolci, fuori di tre piccioli torrenti, che saranno quanto prima esiliati ancor essi dalla medesima, ed altrove al mare condotti, onde non resterà dipoi altro nemico da temersi in natura, fuori che 'l mare; perciò fu tra le prime applicazioni, che dalla pubblica autorità mi furono commesse, l'affare della Piave, divertita bensì, ma che al suo perfetto essere aveva ancor di bisogno di qualche riflesso, poscia quello del Sile, e quindi quello di questi Porti, e Laguna, e degli altri, che tutti per lo stesso fine vanno seco connessi, nelle particolarità tutte de' quali non accade, che a lungo io mi diffonda per informarne l'Eminenza Vostra, che tanta parte ha avuto nelle sapientissime deliberazioni di quest'Eccellentissimo Senato, prima che essa dalla riverita Porpora Senatoria, e Procuratoria passasse ad illustrar anche la Cardinalizia; che però brevemente mi porto alle osservazioni, per le quali ho presa la penna.

Era sul fine di Maggio 1681. quando per commissione dell'Eccell. Magistrato dell'acque mi portai, servendo l'Ecc. Sig. Gerolamo Cornaro, allora uno de' tre Esecutori dell'Ecc. Magistrato suddetto, a riconoscere il lago,

Digitized by Google

lago, che dalla Piave ne' contorni della Città di Caorle è ſtato formato, che divertita del 1664. dall'antico ſuo letto, era ſtata fin colà tramandata, ove per lo Porto detto di Santa Margherita nel mare sboccava. Or mentre ſi facevano quivi levar in pianta eſattamente que' luoghi, e ſiti, io m'informava eziandio delle mutazioni fatte dall'acque così del fiume, che del mare in quei contorni, dal tempo che quivi di nuovo eſſo fiume ſcorreva; nelle quali coſe tutte m'onorò dell'autorevole ſua aſſiſtenza l'Eccel.mo Sig. Cornaro ſuddetto, che con indefeſſa applicazione, e virtù s'inoltrò per tutto a riconoſcere egli ſteſſo le verità de' fatti, per riportarne, come fece, diſtinta, e veridica relazione al Magiſtrato ſteſſo; e mi accadde d'oſſervare, che uſcendo quell'acque in mare, elle non ſcorrevano a dirittura verſo l'alto del mare, conforme la sboccatura ſteſſa del porto pareva, che naturalmente indirizzar le doveſſe; ma voltando a ſiniſtra per buon tratto, quaſi a lungo l'argine, che difende dagl'impeti del mare la ſteſſa Città di Caorle, era tale in quel luogo il rompimento dell'onde marine con quelle d'eſſo fiume, che tormentavano quell'argine con perpetue corroſioni, che minacciava di proſſima diſtruzione la ſteſſa Città, a difeſa di cui già per molti anni aſſai più ſpendeva la Sereniſſima Repubblica di quello foſſe l'entrata, che dalla medeſima ne traeſſe, vedendoſi tutta quella parte di così folte trinciere di groſſi pali veſtita, e di sì gran quantità di ſaſſi, quivi da 60., e più miglia condotti, munita, che que' boſchi, e queſte montagne, l'une, e l'altre trapiantate da sì gran diſtanza dir ſi potevano. Ricercai i pratici, e più vecchj Peſcatori, e Marinaj del Paeſe, ſe mentre la Laguna di Caorle ſolo d'acque ſalſe ſi bagnava, quel Porto avea la foce così a Levante rivolta, e mi riſpoſero, che tutto al contrario a man deſtra verſo Venezia eſſa foce piegava, moſtrandomi un mucchio di pali in certo ſito piantati a deſtra del Porto preſente, che ſerviva a' Naviganti di faro, come quì chiamano, a deſtra del quale ſtava la foce, o ſia il canale, per cui entravano le barche nel Porto, ed ora trasferitoſi il canale a ſiniſtra, dopo il paſſaggio dell'acque dolci, reſtava eſſo faro alla deſtra, e non poco dal nuovo canale lontano, eſſendoſi riempita di ſabbioni non ſolo quella foce, ma prolungato più di mezzo miglio il lido da quella parte; ſicchè oramai era poco

co lontano a congiungersi col faro medesimo, e seppellirlo affatto con essi sabbioni; oltre di che mi dissero essersi prolungati dal lato destro quei grandi argini di sabbie, che quì chiamano montoni, che fa il mare stesso lungo i lidi. Fissato dunque il pensiero a indagar le cause, perchè mutata l'acqua di quella Laguna, e di quel Porto di salsa in dolce, con aver quivi condotto il fiume Piave, e gran parte del fiume Livenza, avesse cangiato sito la foce, per cui dall'alto mare s'entrava in Porto; e inteso, che in que' sedici anni, da che s'era fatta quella diversione del fiume, s'era anche nel mare stesso formato un lungo scanno, o sia banco di sabbioni, sopra il quale non erano più di tre in quattro piè di d'acqua in tempo di riflusso, e che camminava due miglia, e più in lunghezza, e distante più di mezzo miglio, ma paralello ai lidi; andai col medesimo Eccellentissimo Cornaro a riconoscere gli antichi Porti di Livenza, e Piave, o siano le foci, ove sboccavano in mare prima di essere divertiti, come ora sono, in Laguna di Caorle, con animo d'osservare, se essendo loro stata levata l'acqua dolce, che è stata aggiunta al Porto di S. Margherita, avessero fatta qualche mutazione considerabile, che indizio mi porgesse delle naturali cagioni di quell'effetto, e in fatti trovammo, che nel Porto di Livenza (il quale da una Chiesa, che era quivi sul lido, il Porto S. Croce si chiamava) dopo essere stato chiuso, e intestato, e divertito, come dissi, quel fiume in altra parte, erano state le sue rive sì fattamente dal mare corrose, che non solo era del tutto disfatta, e annichilata una gran punta di sabbioni, che sulla man destra del Porto s'avanzava in mare più di mezzo miglio lontana dal Porto, e che dipoi sott'acqua lungo tratto scorreva in forma di scanno, o banco d'arena; ma erano eziandio in parte corrosi, e quasi distrutti, e in parte rispinti addietro i montoni, che su'la stessa parte destra aveva il mare ne' precedenti secoli prodotti; anzi la Chiesa stessa di Santa Croce, dopo divertita essa Livenza altrove, era stata non solo investita dal mare, ma atterrata in modo, che di tutta appena un piccolo avanzo di muro mezzo cadente era tuttora in piedi, e quest'ancora tutto intorno dall'acque bagnato, e posto in Isola in modo, che tutto quel lido s'era ridotto in spiaggia simile all'altra circonvicina, che lungo il mare egualmente si stende. Interrogammo i pratici del Paese

verso

Digitized by Google

verso qual parte voltava in que' tempi la foce di quell'acque dolci, uscendo di quel Porto, e ci dissero, che verso la sinistra appunto, come ora fanno fuori del Porto S. Margherita, e che subito, che fu divertita altrove la Livenza, cominciò il mare a rodere, e portar via quegli scanni, e sabbioni, nè era restato, fin d'aver rovinati tutti quegli ostacoli, e ridotto il lido nello stato presente, tutto uguale.

Di quì ci portammo a riconoscere l'antica foce di Piave posta più verso Venezia, per cui prima del *1664.* passava il fiume Piave, e trovammo quivi pure non solamente essere stata corrosa, e distrutta una gran punta di sabbioni scoperti, che simile, ma più grande di quella di Livenza si stendeva in mare sul destro lato del porto, ed esser disfatto similmente uno scanno di sabbioni, che sott'acqua, dopo detta punta, s'avanzava alquante miglia a lungo la foce del fiume, che essendo in mare, piegava anch'esso a sinistra; ma perchè l'intestatura d'essa Piave, da dove fu divertita, fu fatta molto lontana dal mare, onde restò un alveo morto d'essa Piave, ora detto Piave vecchia, lungo circa 18. miglia, che privato d'acque dolci ricettava solamente quelle, che il mare quasi in retribuzione dell'acque, tanto tempo a lui portate, gli andava nei flusso porgendo, queste nell'uscir coi reflussi s'erano appoco appoco formata nuova foce, non già sulla sinistra, com'era prima, ma sulla destra verso Venezia, restando spianata, e distrutta quella a sinistra, per cui correvano prima l'acque del fiume.

Da quest'osservazione presi maggior motivo d'ammirazione per così bella uniformità d'accidenti, e altrettanto di curiosità per indagare il di più, che pareami dover iscuoprire; onde interrogando i Pratici, trovai, che nell'istesso modo il Lisonlo, ed il Tagliamento, anzi gli altri fiumi tutti su quella riviera, che da capo d'Istria fino a Venezia si stende, faceano lo stesso effetto sul loro entrare in mare di voltar la foce a sinistra, e radunar sabbioni sulla destra, avanzando verso il mare sulla parte destra cotali punte di sabbione scoperte, prolungate dipoi sott'acqua in lunghi scanni, che da essa destra verso la sinistra si stendono quasi a far argine, benchè lontano, alla foce dell'acque dolci, che a quella parte s'istradano; onde anco il Tagliamento, anche il Lisonlo fanno lo stesso effetto; dal che parevami veder qualche

barlume, che la situazione di questa spiaggia di mare, che scorre da Scirocco in Maestro, in modo che per tutto guarda in faccia a Garbino, avesse gran parte in questo effetto; ma restai ingannato dal mio pensiero, quando intesi, che anche le acque dell'Adige nel porto di Fossone, e di Canalbianco, che guardano in faccia a Scirocchi, e Levanti, anzi quelle del Po medesimo più di tutti, appena gustate l'acque salse, voltano le foci a sinistra, ed ammassano sulla destra sabbioni avanzati verso il mare; quindi intesi ancora succedere lo stesso ad alcuni fiumi della Romagna (che di tutti non ho finora avuta notizia) e supplico V. Eminenza a far pigliar informazioni del Tevere costà, e d'Arno, e d'altri in Toscana, che per altra via, ma non affatto sicura, mi vien detto facciano lo stesso, e che tutti voltino il loro corso per l'acque salse alla mano sinistra, e pongano i sabbioni alla destra, e siasi rivolta la spiaggia, per cui sboccano, a qual vento si voglia; della qual cosa nulla affermo, fino che l'Eminenza Vostra me ne onori di più sicure notizie, potendo anche essere altrimenti secondo le mie considerazioni, che spiegherò più avanti; trattanto almeno dell'Adriatico non ho finora di tanti, che ho procurato le notizie, trovato alcuno, che faccia diversamente. Nè minor uniformità, benchè contraria alla precedente, ho trovata nelle foci, e sboccatura dell'acque de' porti di mare, qualora da qualche vasta Laguna, come è questa di Venezia, quella di Caorle, quella di Marano, quella di Comacchio, ed altre, escono, ed entrano copiose l'acque salse, senza gran mistura di fiumi, vedendosi i porti di Chiozza, Malamocco, S. Niccolò, S. Erasmo, Tre Porti, Lido maggiore, Cortellazzo, che tutti nel riflusso sboccando in mare, e scaricando in esso molta copia d'acque marine ricevute nel flusso, voltano il filone della loro corrente, e con esso il canale più scavato, detto la foce verso la mano destra; e lasciano sulla sinistra scanni di sabbia, non ostante che rispetto a' venti sia variamente la loro bocca situata, mentre quelli di Chiozza, Malamocco, e S. Niccolò guardano a' contorni di Scirocco, e quelli di Lido maggiore, e Cortellazzo riguardano in faccia di Garbino; e lo stesso effetto intendo, che fanno quelli ancora di Marano, anzi fa lo stesso anco quello di Caorle, tutto che vicino un miglio, o poco

più

Digitized by Google

più al porto di S. Margherita, non ostante che porti qualche porzione d' acqua di Livenza; laddove quello di Brondolo, per cui sboccano l' acque di Bacchiglione, e di Brenta, volta il suo corso alquanto a sinistra verso Greco. Mentre io stava ruminando colla speculazione effetti sì maravigliosi di quest' acque, vennemi in memoria d' aver più volte letto e nell' opere di Cristoforo Sabbatino, che 100. anni sono fu Proto-Ingegnero di quest' Eccell. Magistrato, ed in altre memorie manuscritte di varj Autori, che questo mare Adriatico non solo, ma secondo alcuni, tutto il Mediterraneo ha una perpetua correntìa circolare, con la quale circonda le rive tutte, in modo che partendo l' acque per esempio da Corfù, vengono verso Venezia, costeggiando sempre l' Albania, e la Dalmazia, e quindi circondando l' Istria, e secondando queste spiagge del Friuli, e della Marca di Trevigi, giungono avanti i porti di Venezia, accanto a' quali piegando verso Garbino, si voltano verso Ravenna, da dove seguitano a scorrere lungo le Rive dello Stato Ecclesiastico, e Regno di Napoli. Anzi asseriscono, che di là seguitino piegando il loro corso intorno esso Regno, e circondando l' altro lato d' Italia da Messina a Napoli, e di quà a Livorno, e Genova, proseguendo a lungo le rive della Francia, e Spagna fino allo stretto di Gibilterra, per lo quale, al riferir ancora del Fourniero nella sua Idrografia, escono nell' Oceano dalla parte d' Europa con moto assai veloce, nel mentre che dalla parte dell' Africa entrano dall' Oceano perpetuamente nel Mediterraneo altre acque, che scorrendo a lungo le Coste tutte di Barbaria, si portano fino all' Egitto, di dove voltando lungo i lidi di Soria, e costeggiando poscia l' Asia minore, seguitano il loro circuito intorno all' Arcipelago; sicchè di nuovo a Corfù si portano, compiendo in tal modo la loro intera circolazione, della quale può essere siano partecipi eziandio il Mar Negro, e di Marmora; il che per ora non ricerco; ma di questo detto del Sabbatino, e di tanti altri Pratici, ed Osservatori non volli da principio tanto fidarmi, che io non volessi meglio sul fatto, e da' Pratici viventi certificarmene, almeno per quello tocca il nostro Adriatico, ben sapendo quanto sia difficile l' accertarsi intieramente del restante; onde indrizzate le mie diligenze a questa sola parte, trovai in primo luogo per detto di tutti i marinari, e piloti di

Digitized by Google

questo Golfo, co' quali ho avuto occasione di parlarne, esser fra loro massima costantissima nelle loro navigazioni, che tal correntìa sia perpetua in questo Golfo nel modo già detto; onde hanno per regola, venendo di Corfù a Venezia, costeggiar sempre le rive Settentrionali del Golfo, cioè a dire l'Albania, la Dalmazia, l'Istria, il Friuli ec., ed all'incontro nel ritorno verso Corfù costeggiare le rive Meridionali, lungo lo Stato Ecclesiastico, ed il Regno di Napoli, per godere il vantaggio di questa corrente, che appunto fa questa strada; asserendo come cosa manifesta tra loro, che data la parità de' venti, ed altre circostanze, si viene in manco giorni da Corfù a Venezia, radendo i lidi della Dalmazia, di quello si farebbe radendo quelli d'Italia, e che lo stesso avviene contrariamente andando da Venezia a Corfù; nel qual caso costeggiando sempre l'Italia, lungo la quale giungono alla bocca del Golfo più presto, che non farebbero costeggiando la Dalmazia; e solo in certe stagioni dell'anno si dipartono da questa regola, quando a causa de' venti, che regnano, convien loro altrimenti regolarsi; il che non deroga alla verità della corrente, della quale in secondo luogo portò il caso, che in que' giorni, che io dimorai in queste visite, ebbi occasione di vederne una più manifesta esperienza. Dopo che il fiume Piave fu del 1664. divertito dall' antico suo corso, per dove sboccava nel mare, lungi nove miglia da' porti di questa Città Dominante, e che con ispesa veramente Regia fu condotto per nuovo alveo manufatto a sboccare nelle gran paludi, per avanti salse, dette di *Ribaga*, e di *Cortelazzo* verso la Laguna di Caorle, dove egli va a sboccare nel mare per lo porto detto di Santa Margherita, che è lontano da' Porti di Venezia circa 37. miglia, e che per impedire, che per altra via veruna non si voltassero quell'acque al mare, prima di giugnere al porto predetto, furono circondate l'antedette paludi d'argini, che per 30. miglia si stendono; restò tutto questo paese a guisa d'un lago d'acqua dolce, che in pochi anni si è empito sì fattamente di cannelle, che n'è quasi tutto imboschito; e ben sa l'Eminenza Vostra il genio di queste cannucce, che producendo copiosissime radici nella corteccia, si può dire, di quel terreno, ove s'abbarbicano, in capo a qualche anno diventano sì folte esse radici, e così insieme ammassate, che marcendosi quelle sottili barbette, con che stavano unite al suolo inferiore

riore, resta quella lor massa così leggiera nel fondo dell'acque, che a forza di cotal leggerezza finalmente si staccano affatto dal terreno, ed ascendono a galla in pezzi ben grandi, detti da' Pescatori *Quore*, le quali a guisa d'Isole natanti sono poi spinte da' venti su per quell'acque or in una, or in un'altra parte, non restando frattanto di germinar del continuo nuove cannucce; nientedimeno tuttavia, come se fossero radicate nel terreno stesso, mercecchè somministra loro bastante nutrimento la materia dell'altre radici vecchie, che in quell'ammassamento galleggiante si contiene; onde durano molt'anni a germinar ogni anno, e sono non ha dubbio le stesse, di che parla Plinio lib. 2. cap. 95., narrando, che a suo tempo se ne trovavano molte in varj laghi, e paludi, e particolarmente nel territorio Modanese, che in quei tempi era assai paludoso, e nella Lidia alcune tali Isole diceva trovarsi dette Calamine, che nella guerra di Mitridate furono la salute di molti Cittadini, che sopra vi si salvarono, ed a' giorni d'oggi taluna se ne trova nelle valli Ferraresi, e di Comacchio, che più di mezzo miglio in lunghezza s'estende, e che sostenendo sopra di se armenti, cacciatori, e capanne, rende maraviglia a chi venendo d'altri paesi, ove non siano, s'incontra di nuovo quivi ad osservarle, nè da altro cred'io abbiano preso il nome di *Quore*, che dall'essere in certo modo porzioni di *cuojo*, o *cute* della terra, da lei staccata nella guisa, che a noi si staccano talora con vescichette porzioncelle di cuticola per qualche accidente.

Lavoravano dunque in quel tempo al taglio, ed escavazione d'alcuni canali in questo lago, per render più facile il transito all'acqu della Piave verso il porto di Santa Margarita (alla quale strada, per dir il vero all'Eminenza Vostra, hanno finora, per mancanza di sufficiente caduta, e d'alveo capace incassato, con pubblico, e privato rilevantissimo danno poco felicemente camminato). Or dovunque s'incontravano quegli operaj a dover tagliare di queste *Quore*, le inviavano, per più presto disimbarazzarsene, mediante la corrente de' canali medesimi alla volta del porto suddetto di Santa Margherita, che era poco lontano, e per dove giunte in mare, ed espeditesi dalla correntìa del fiume stesso, che per qualche spazio le portava a man sinistra per lo mare più aperto, seguivano con lento moto la natural correntìa d'esso mare, da cui

erano portate di nuovo verſo la man deſtra, ed avendo io interrogato molti, e molti di quei peſcatori, e marinaj, mi riferirono concordemente, che tutte s'incamminavano verſo i porti di Venezia, e qualcuna ſe ne trovò (ſecondo che mi fu detto quà) eſſer entrata ne' porti ſteſſi, per eſſer giunte in tempo dell' ingreſſo del fluſſo; ma altre giunte in viſta di queſti lidi, piegavano, conforme piegano eſſi, verſo le foci del Po; e trovai chi ſeppe dirmi, averne vedute galleggiar ſull' acque del mare verſo Comacchio, e fino ne' contorni di Ravenna. Or queſto è ben ſegno, che l' acque del mare fanno eſſe queſto giro dal Sabbatino, e da tanti altri raccontato, non potendoſi dar la colpa a' venti, mentre durò queſto lavoro per molti, e molti meſi di quell' anno, e dell' antecedente, nè mai furono oſſervate far altra ſtrada, e ſolo i venti acceleravano, e ritardavano alquanto il loro cammino, o pure ne ſpingevano qualcuna a terra, o le facevano dal lido allontanarſi per l' alto mare, ma non mai dal preaccennato cammino intieramente le deviavano.

Ma molto più manifeſto m' è paruto l' effetto di queſta corrente, quando ho veduto, che quelle lunghe, e diſpendioſe palificate di roveri, chiamate *Guardiani*, che con provido conſiglio la Sereniſſima Reppublica fa fabbricare in varj ſiti di queſti lidi, e particolarmente alcuni preſſo al Lido maggiore di lunghezza due, o trecento paſſi l' uno, che a guiſa di caſſoni ripieni di grandiſſimi ſaſſi, formano antemurali al corſo de' ſabbioni, che lungo i lidi medeſimi va portando il mare, e che ſarebbero, per l' eſperienza pur troppo avutane, pregiudicialiſſimi a queſti porti, e lagune, queſti guardiani, dico, fermano il corſo a queſti ſabbioni, l' ammaſſamento de' quali ſi fa copioſiſſimo ſulla man ſiniſtra de' guardiani medeſimi, in modo che il guardiano più grande vicino al porto del Lido maggiore in meno di due anni aveva di già ragunato sì gran quantità di ſabbioni ſulla ſiniſtra, che il mare ne reſtava allontanato dalle riviere, che precedentemente egli bagnava, per più centinaja di paſſi, e la ſpiaggia contigua verſo quella parte per più di due miglia in lunghezza aveva diſteſo proporzionatamente i ſuoi acquiſti, facendoſi terreno ove prima fu mare; anzi poco dopo cominciò a ragunarne anche ſulla deſtra, congiungendo inſieme gli uni, e

gli

Digitized by Google

gli altri in modo, che ne va egli restando più verso terra totalmente sepolto; e certamente quanto al ragunarsi primieramente sulla parte sinistra, non è meraviglia, mentre cotali sabbioni, portati, sebben lentamente, dall'incessante corrente del mare dall'Istria verso Venezia, urtando al duro intoppo di quei forti guardiani, quivi per forza si fermano, ove il corso loro viene interrotto; ma del fermarsi anche dopo a destra dirò più avanti alcuna non oscura ragione. Se dunque i sabbioni van movendosi da sinistra a destra perpetuamente; e non si muovono da se, ma sono portati dal moto dell'acque, non resta a dubitare per modo alcuno, che l'acque non si muovano, correndo esse da sinistra a destra all'intorno di questi lidi perpetuamente; la qual corrente però non dobbiamo pensare sia così veloce, che possa l'occhio evidentemente conoscerla, mentre da qualche osservazione fatta circa quei *Quori* nuotanti, che sopra dissi, si è compreso, ch' essa non fa più di tre in quattro miglia ogni ventiquattro ore, con la qual piccola velocità non potrebbe nè meno portar i sabbioni, nè dal suo luogo muoverli, se l'agitazione dell'onde, particolarmente in tempo di tempesta, e di venti gagliardi, non li sconvolgesse di quando in quando, e non intorbidasse il mare; nel qual tempo necessariamente sono poi dall'acque pian piano spinti avanti da sinistra a destra, conforme la corrente dell'acque stesse li va seco portando.

Da quanto ho finora narrato all'Eminenza Vostra insorgono, com' ella sapientemente ben comprende, varj, e ben curiosi problemi, fra' quali sarebbono i principali: primo qual sia la cagione, che i fiumi entrando in mare, voltino il loro corso verso la sinistra, e si radunino i sabbioni sulla destra, e le foci d'acqua salsa de' porti, cioè per li quali s'entra in Lagune salse, voltino verso la destra, formandosi i scanni, o banchi di sabbia su la sinistra: secondo perchè i guardiani, o siano palificate, che si fabbricano attorno a' lidi indirizzati per lo più verso del mare alto, e ad angoli retti in circa col lido medesimo, fermino in prima dalla parte destra gran quantità di sabbioni, poi appoco appoco se ne ragunii anco a sinistra, onde vi restano sepolti, come sopra accennai: e sarebbe il terzo onde venga il moto incessante di quella corrente del mare, che va circondando sempre per un verso at-

Digitized by Google

torno i lidi; ma io ardirò bene de' primi due discorerre all' Eminenza Vostra la probabilità, che secondo la fiacchezza del mio ingegno parmi di ritrovarci, le quali se resteranno dalla sublimità del di lei giudizio approvate, godrò d' aver trovato qualche lume di naturali verità, da cui possano trarsi alcune massime più sicure del passato, profittevoli alla conservazione di questa Serenissima Dominante, potendosi molto meglio provvedere totalmente alla salute, e perpetuità di questi Porti, e Lagune; ma almeno prolongar loro per molti più secoli la vita, quando si conosca la natura del male, che va affliggendoli, di quello che far si possa medicandoli, per così dire, empiricamente, come parmi, che si sia fatto in molte occasioni passate; ma dell' ultimo problema non prometto a Vostra Eminenza la soluzione, e ne spero dalla bontà sua il compatimento; mentre confesso di credere finora, ch' ella sia una di quelle cose naturali, delle quali sono tanti milioni nel Mondo da me totalmente ignorati, onde io lascerò affatto intatta la materia, finochè altri di più felice ingegno ne sciolga l' enigma; il che dico in questo luogo, acciocchè l' Eminenza Vostra non concepisca speranza di sentirne cosa, che possa appagarnela.

Quanto al primo problema dunque, io considero in primo luogo, che la correntìa del mare è per se stessa un moto sempre sì lento, che paragonato col moto di qualunque fiume, ne vien sempre da quello di gran lunga superato. Pochi sono i fiumi sì lenti nel loro corso, che non facciano più di mezzo miglio ogni ora. Il Po di sotto da Ferrara in due luoghi da me osservato già più anni, in tempo d' acque magre, misurando con un orologetto da minuti la quantità de' giri d' una raccolta di quei mulini, che dentro a un dato numero di minuti si facevano, e ridotti a linea retta, proporzionata alla circonferenza d' essi mulini, faceva poco meno di due miglia per ora; ma misurato col corso d' una tavola, portata a gala in giù a seconda dell' acqua, di poco passava un miglio, e mezzo, e appunto mi dicevano i barcajuoli soliti a navigar quel fiume, che vogano con pari forza a seconda, o contro acqua, senza ajuto del vento, e camminavano ogni ora tre miglia più a seconda, che a contrario, il che risponde appunto a un miglio, e mezzo l' ora. Il Sile, che vogliono sia così detto dal silente, e placido suo corso, circa

mezza

Digitized by Google

mezza ſtrada fra Treviſo, ed il mare, fu già da me oſſervato correre quaſi un miglio l'ora; altrettanto in circa il fiume Oglio fu già da me oſſervato ne' contorni di Bozolo, fiume anch'egli aſſai lento, e così altri. Anzi la Piave medeſima nel ſuo lago preſente vicino a Caorle, ſebbene nella parte detta il Tortolo, ove tutte l'acque ſi riducono a dover paſſare per certe anguſtie, gonfiando addietro, acquiſta per breve ſpazio caduta, e velocità, ſe gli s'apriſſe un alveo ſufficiente per ſcorrere fino in S. Margherita, ſenza gl'intoppi preſenti, vi ſcorrerebbe così placida, e quieta, che aſſai più lenta forſe del Sile ſi vedrebbe muovere, mercè che per la livellazione da me fatta eſattiſſima ella non ha in tutto quello ſpazio da S. Donato fino al mare fra le tortuoſità di quei canali nè pure quattr'once di piede per miglio di caduta, onde laſcerebbe per iſtrada le ſue torbide, come pur troppo ha fatto per lo paſſato ancora con perpetui, grandiſſimi pubblici diſpendj; laddove la corrente del mare predetta appena tre miglia fra giorno, e notte s'oſſerva potere ſcorrere; dunque ſono ſempre più veloci i fiumi anzi per altre oſſervazioni, che ho fatte più volte, creſcono di velocità, particolarmente nel fondo, entrando in mare; di che è ſegno l'eſcavazione, che fanno di nuovo col ſuo corſo, quando in occaſione di divertirla da altro luogo, s'introducono con nuovo canale a sboccar in mare in altri ſiti nuovi, e la cagione fors'anco ſi è la declività di eſſo fondo del mare.

Da queſta conſiderazione è facile tirarne la concluſione; dunque la corrente d'un fiume nel ſuo primo sboccar nell'acque ſalſe taglierà, per così dire, attraverſo la corrente del mare per tanto ſpazio, quanto ella può ſcorrere avanti, prima di perdere le ſue forze, o ſtancarſi dal primiero ſuo corſo; nel che non trovo difficoltà veruna, eſſendo coſa certa, che il maggior moto, o ſia maggior velocità del fiume rapirà ſeco il moto minore della corrente marina, non permettendo, ch'ella ſeguiti la via, alla quale s'indirizzava, mentre quella veniva radendo i lidi, e viceverſa il fiume per appunto li ſega, o ſegar dovrebbe ad angoli retti in circa. Ma bensì mi dava difficoltà grande il conſiderare, che data queſta ipoteſi, pareva doveſſero i ſabbioni piuttoſto ragunarſi ſulla ſiniſtra, non ſulla deſtra: imperciocchè non viene eſſa la corrente da ſiniſtra a deſtra? E non vengono ſimilmente ſeco da ſiniſtra a deſtra i ſabbioni?

E che

Digitized by Google

E che altro è l'ostacolo, che fa il fiume a questa corrente, fuorchè un impedimento simile a quei guardiani, o siano palificate grandissime, che si fanno vicino a questi porti di Lido maggiore, ed altri, ne' quali si ragunano li sabbioni, particolarmente sulla parte sinistra, di dove vengono? E che altro c'insegna la ragione, se non che quivi l'acque torbide depongono il suo terreno peso, ove viene rintuzzato il suo moto dagl' impedimenti? Queste, e simili considerazioni contraddette dal fatto istesso, e nondimeno assistite con tanta apparenza dalla ragione, m'hanno per molto tempo tenuta la mente, per così dire, in sequestro, sicchè io non sapeva che altro più risolvere circa questo problema, se non di riporlo, ad uso del Galileo, fra quei tanti milioni di cose, che ho già detto, che io non so; pure non senza molta mia consolazione vennemi un giorno in pensiero una considerazione, la quale confermata quest'anno dall'esperienza, e dalla verificazione di qualche mia predizione fatta, sebbene in forse, fin da quei tempi, m'ha fatto animo a portarla sotto gli occhi dell'Eminenza Vostra, per far prova, s'ella regge al paragone del suo perspicacissimo intelletto. Considerai dunque, che l'acque del mare, portate dalla loro debil corrente, non hanno verun ostacolo dalla parte sinistra del fiume, che impedisca loro di giungere fino al fiume stesso, e quivi nella di lui corrente immergendosi, piegare con esso lui verso il mare medesimo; il che supposto, le altre acque, che restavano alla destra del fiume, non ponno aver più correntìa veruna, essendo divertita altrove la correntìa precedente, che le doveva spingere avanti; onde per lo spazio di qualche miglio lungo il Lido, partendo dal fiume verso la destra, restano l'acque del mare senza corrente, fino a tanto che la corrente più lontana del mare, la quale cioè era fuori di quella distanza dal Lido, a cui può giungere l'impeto del fiume, seguendo sua strada da sinistra a destra, torna a poco a poco ad accostarsi al Lido; il che succede in varia distanza dal fiume, tanto maggiore, quanto è maggiore lo stesso fiume, e la forza, con ch'egli scarica in mare; onde si forma appresso quel Lido un certo triangolo costeggiato da una parte del Lido stesso, e dall'altra dall'acque del fiume, ch'entrano in mare, e dall'altra dalla corrente del mare medesimo, nel contenuto del qual triangolo l'acque marine sono prive del

moto

moto della correntìa, e per conseguenza in occasione di tempeste, che agitano quell'acque, e con esse i sabbioni, non sono questi trasportati d'un luogo all'altro, ma quivi nuovamente rimangono al cessar della tempesta, e gli altri sabbioni all'intorno, che vengono da sinistra verso la destra, ancorchè il fiume ne divertisca la corrente, nulladimeno non può di manco, che non ne siano trasportati molti dentro allo spazio di quel triangolo, ove giunti, necessariamente restano di proseguire il suo viaggio, e quivi si posano, e col tempo vanno accrescendosi in figura di scanno, e vogliamo dire banco d'arena, appunto come in fatti s'osservano; ed eccone a V. Eminenza per più chiarezza un po' d'espressione nella figura (*a*), nella quale sia A B il fiume, che dalla spiaggia H I sboccando in mare per B, spinge più oltre le sue acque, quanto l'impeto suo, e la quantità dello scarico le permette d'inoltrarsi verso C nel qual luogo l'Eminenza Vostra supponga non del tutto smorzato l'impeto delle sue onde; ma reso per così dire insensibile, anzi per meglio dire, uguagliato alla resistenza, che gli fa l'acqua del mare con la sua corrente, la quale suppongasi avere il suo moto da E verso C, cioè da sinistra verso la destra, in modo che se non fosse l'ingresso del fiume in quel luogo, tutta l'acqua dell'alto mare E G fino alla riva E D se ne anderebbe col lento suo passo da sinistra a destra, cioè da E F in G D; ma perchè quivi entra il fiume, e taglia col suo corso da B fino in C il corso più debole d'esso mare, perciò potrà bene essa corrente del mare portarsi da L F fino in C B; ma quivi giunta urtando all'acque del fiume, non può di meno di non secondare l'impeto maggiore delle di lui acque, piegando con esse verso l'alto mare, onde da B C verso K D non resterà impeto di corrente marittima. Se dunque si faranno tempeste in questo mare, che con l'agitazione dell'onde sconvolgano sin dal fondo l'arene, la correntìa d'esso mare, che mai non cessa, anderà trasportando l'arene stesse da E F verso la destra; ma giunte al fiume, saranno da lei spinte gran parte verso l'alto mare, ove sono i fondi maggiori, ne' quali cadendo, non più sì facilmente ritornano ad alto, non arrivando a tutte le profondità la forza delle tempeste;

(*a*) *Fig. 16. Tav. III.*

Digitized by Google

peste; ma nondimeno non potrà far sì, che non ne passino molte di là dal fiume B C verso D K. Or perchè quivi non vi è correntìa di mare, non potranno più oltre se non poco trascorrere; onde è, che posando quivi, appoco appoco formeranno lo scanno, che s'è detto, che accresciuto col tempo, va innalzandosi fuor d'acqua, e restando scoperto, dopo di che asciugandosi l'arene, e portate da' venti verso le rive, s'innalzano quei cumoli, che chiamano montoni, de' quali ha sì gran copia lungo l'Oceano l'Olanda; ma perchè terminando verso C il corso più sensibile del fiume, non resta impedita la correntìa del mare ne' siti più lontani da terra C M, sicchè le di lui acque seguitano il loro corso verso G K, ed il moto di queste va appoco appoco comunicandosi all'acque, che restano verso terra, sicchè in distanza di qualche miglio essa corrente nuovamente rade il lido verso D; quindi nasce, che li sabbioni, che si radunano sulla destra del fiume, si distendono in forma triangolare, come in essa figura si vede, in C B D; che se il fiume A B divertito altrove cessasse di più scorrere in mare per la bocca B, come hanno fatto negli anni passati la Piave, e la Livenza in queste parti, dalla Serma Repubblica divertite a scaricarne ne' porti di Caorle, e Santa Margherita molte miglia lontano dalle loro antiche foci, non è più dubbio, che reintegrandosi la correntìa del mare in quei luoghi, non portasse appoco appoco da sinistra verso la destra quei sabbioni quivi per l'avanti ammassati, e corrodendo, anzi distruggendo tutti quei scanni, riducesse a spiaggia corrente quel sito, come per appunto era succeduto in meno di 10. anni intorno gli antichi posti di quei fiumi dopo il loro trasporto. Ma quì osservi di più l'Eminenza Vostra, che questo scanno B C D, mentre appoco appoco si forma sulla destra del fiume, va servendo di riva, o riparo da quella parte destra, onde l'acque d'esso fiume, che sulla parte sinistra non hanno riva alcuna, che a guisa d'alveo le contenga in quel sito, facilmente piegano il corso verso la sinistra; dal che nasce, che tanto più cresce lo scanno de' sabbioni sulla destra, e la punta, che fanno, maggiormente va avanzandosi verso la sinistra predetta; quindi segue, che il fiume tanto più piegando, quivi solo forma la sua foce, dove da un lato i sabbioni stessi, e dall'altro la riva del mare medesimo gli servono di sponda al suo corso; ed ecco manifesta la cagione, perchè

per

Digitized by Google

per tutto l' Adriatico, ov' è tal corrente del mare da finistra a destra ai fiumi, che vi fcaricano, voltano la foce verso la finistra, e mettono i fabbioni fulla destra.

Resta a vedere per qual cagione le foci de' porti, e lagune d' acqua falsa nell' uscire voltano verso la destra; il che tanto meno pare, che dovesse seguire, quantochè, ficcome nel tempo del flusso ingrossando il mare, ell' entrano per i porti nella Laguna a guisa d' un fiume corrente, così nell' abbassarsi il mare nell' ore del riflusso, sgorgano per la stessa bocca di quel porto a guisa similmente di fiume, che perciò pare dovrebbe anzi fare lo stesso effetto degli altri, e non al contrario; ma io considero, che vi è bene gran differenza dal corso dell' acque dolci a quello delle salse più di quello sembri a prima vista; imperciocchè l' acque d' un fiume scorrono fuor delle fauci d' esso fiume verso il mare, come provenienti da parti superiori, e portate da proprio naturale impeto, che le spinge, onde tagliano la correntìa del mare, che a loro s' attraversa con più deboli forze, e ne riescono i preaccennati effetti; ma l' acque delle Lagune, e Porti non discendono in mare, se non quanto col scemare nel riflusso le acque marine stesse tirano seco, per così dire, quelle, ch' entrate erano col flusso nella Laguna; che però non è maraviglia, se queste, così attratte, nell' uscire seguitano il corso del mare, che seco le tira da finistra a destra: ne' fiumi l' acque scorrono spinte da causa superiore, cioè dall' acque dello stesso fiume, che succedendo le une all' altre, se le cacciano innanzi; nei porti di acque salse scendono in mare tirate da causa inferiore, cioè dall' acque dello stesso mare, che abbassandosi, seco le strascina. Nei fiumi l' acqua scorre perpetuamente verso il mare anche in tempo di flusso, onde hanno caduta considerabile, e sempre maggiore, quanto più il mare s' abbassa: ne' porti delle Lagune l' acqua non corre fuori, se non sei ore per volta, e queste con diversa velocità; perchè abbassandosi il mare, s' abbassa la Laguna nello stesso tempo; onde non è punto meraviglia, se non avendo altra caduta fuor di quella va loro facendo l' abbassamento del mare, s' incamminano alla destra, verso dove il mare stesso trascorre, e a quella parte dirizzano la loro foce, o sia canale del loro corso.

Ma perchè l' Eminenza Vostra con più chiarezza comprenda la verità

rità di questi moti, io la supplico permettere, ch' io ne faccia un po' più a minuto l' esame; il che tanto meglio mi riuscirà di fare, se in primo luogo considererò gli effetti dell' ingresso dell' acque del mare in queste Lagune nel tempo del flusso.

Ancorchè vero sia, che il flusso, e riflusso si faccia con vera aggiunta, e diminuzione della quantità dell' acque, e non (come qualche Autore ha voluto) per rarefazione dell' acque istesse, cagionata o dal calore del Sole, o da' raggi lunari, o altre simili poco intese ragioni; conciossiacosachè vedonsi chiaramente a capo d' Otranto, ed altri luoghi nel contorno della bocca del Golfo ogni sei ore lunari voltare a questa parte di nuovo le correnti gagliarde per riempire nel flusso l' Adriatico, o al contrario per di nuovo scaricarnelo; non perciò debbesi credere, che quell' acque stesse, ch' entrano colà dalla bocca del Golfo, siano quelle, che giungono fino a Venezia nel flusso, e che nel reflusso via se ne tornano, che sarebbe troppo assurdo; ma basta bene, ch' essendo questo gran seno Adriatico a guisa d' un vaso chiuso d' ogni intorno, fuorchè dalla parte di Corfù, ed Otranto, donde hanno l' ingresso l' acque, queste nella parte più lontana, ove si vede Venezia, e ne' contorni senza far moto sensibile in lungo, s' alzano, e gonfiano quanto basta per dar luogo dentro al vaso a quelle, che colà per l' opposta bocca dentro d' esso s' insinuano, come vediamo farsi in tutti i vasi, che mentre da un lato vi si versa dentro il liquore, tutto il restante va pian piano innalzandosi, senza che si veda far moto sensibile da un capo verso l' altro; onde non è maraviglia se particolarmente in quest' ultima estremità dell' Adriatico, alzandosi l' acque per lo flusso, ed abbassandosi per lo reflusso, non perciò vedesi la corrente dell' acque stesse cangiar tenore notabilmente da un tempo all' altro, fuorchè nell' angustie da' porti; anzi s' osserva essere manifesta, e non mai interrotta, benchè qualche poco fosse alterata, la correntìa primaria d' esso mare, di cui sopra parlai, mentre le *Quore*, che io dissi, ch' erano mandate fuori dal porto di S. Margherita vicino a Caorle per lo flusso, e riflusso, non restavano di scorrer sempre verso Venezia, ove le guidava la corrente.

Supposto dunque tuttociò, parto a considerare ciò, che far dovranno

no nel flusso medesimo l'acque marine, qualora nei Lidi, attorno de' quali elle scorrono, trovano bocche, o siano porti aperti, per li quali entrar possano ad inondar qualche Laguna; e non ha dubbio veruno, che per tali bocche gonfiandosi il mare qualche piede sopra l'altezza primiera, scorreranno l'acque a guisa d'un fiume veloce, riempiendo ben presto il vaso d'essa Laguna; nel che fare accaderà ciò, che accader suole ad ogni altro vaso, qualora da qualche sua bocca versa il liquore contenuto; imperocchè non solo vedesi scorrere il liquore molto veloce per l'orificio, onde sbocca, poco frattanto movendosi il restante liquor del vaso, se non quando diminuendosi s'abbassa; ma di più, se il liquore ha seco arene, o altro torbidume, si radunano queste verso l'orifizio, per cui sbocca il liquore medesimo, e quivi da ogni parte vanno fermandosi; cosa, che nel decantar con qualche vaso un liquore, che abbia sedimento nel fondo, ogni giorno s'osserva; onde non è maraviglia se davanti alle bocche de' porti di questa Laguna si formano scanni, o banchi di sabbioni; e se tal flusso durasse non già sei ore sole, ma del continuo (cosa per impossibile) io non ho dubbio, che i sabbioni non finissero d'empire egualmente i fondi di quei canali, che fuori de' porti stessi fin oggi sulla destra si mantengono iscavati, e che son chiamati le foci, o che quì dicono le fosse de' porti medesimi; ma perchè tal ingresso dell'acque non dura più che sei ore per volta, e queste ancora non tutte eguali in velocità, dopo di che abbassandosi nuovamente il mare, tira a se, e per così dire, ribeve l'acque stesse, che prima aveva dentro alla Laguna versate; quindi segue, che nell'uscita, che fanno queste, unendosi con la corrente già detta del mare, piegano seco da sinistra a destra, onde mantengono escavata verso quella parte la loro foce, e tanto più profonda, quanto maggior è il corpo d'acque, che era nelle prime sei ore entrato in Laguna; dal che è nato l'antico proverbio, o sia massima di questi Periti della Laguna, *che gran Laguna fa gran porto*, cioè a dire quanta più copia d'acqua ha da entrare, ed uscire ogni sei ore da questi porti, tanto più profonda si manterrà sempre la foce de' porti medesimi, per cui entrano le navi; ed ecco spiegato, se non m'inganno, con molta verisimilitudine, e quasi direi necessaria ragione, la causa, perchè le nostre foci de' porti d'acqua salsa voltano tutte a man destra, laddove quelle de' fiumi voltano

Digitized by Google

tano a finiſtra, e perchè all'uſcire de' fiumi i ſabbioni ſi ragunano più copioſi a man deſtra, e ne' porti delle Lagune ſi vedono formare i ſcanni di ſabbione ſulla man ſiniſtra, e benchè ſi ſtendono poſcia in faccia de' porti medeſimi, prolungandoſi verſo la deſtra, quaſi accompagnando la foce medeſima: concioſſiacoſachè ſiccome per le accennate ragioni ſi dovrebbe far lo ſcanno, o ſia banco di ſabbione intiero da un capo all' altro in faccia del porto, ſe l'acque perpetuamente correſſero dentro al porto medeſimo; così dovendo ſcorrere nuovamente fuori dello ſteſſo porto ogni ſei ore, è neceſſario, che reſti tagliato lo ſcanno in quel luogo, ove la foce nell'uſcita ſpinge il ſuo corſo, cioè ſulla parte deſtra; dal che riſulta poſcia la figura dello ſcanno medeſimo conforme in fatti s'oſſerva.

Tutte queſte conſiderazioni aveva io fatte fin di quel tempo, che tre anni ſono, cioè del 1681. io viſitai le prime volte queſti luoghi; ma perchè io ne bramava più manifeſte prove, affine di poterne perſuadere ogni altro intelletto, m'arriſchiai d'aſſerire, anzi predire e in iſcritto, e in voce avanti l'Eccellmo Magiſtrato alquante coſe, che avendo trovate queſt'anno eſſerſi aſſai bene avverate, m'hanno fatto coraggio a ſtabilire più ſodamente le dottrine medeſime, quaſi che ſiano ormai certificate con baſtevoli eſperimenti; e fu la prima, che lavorandoſi in quel tempo al gran taglio nuovo, per cui ſi volevano iſtradar le acque del fiume Sile con gli altri tre fiumicelli minori Deſe, Zero, e Marzenego a trovar l'alveo antico della Piave già divertita, affine d'introdur l'acque di queſti ad uſcire in mare, ſenza paſſare per la Laguna di Venezia, a cui portavano sì manifeſti danni, io aſſerii, che ſebbene in quel tempo la foce di Piave morta, per non contenere più altre acque, che ſalſe, le quali dal mare in quell'alveo già inteſtato, e chiuſo di ſopra entravano, ed uſcivano ne' fluſſi, e rifluſſi, ſubito giunta in mare piegava alla deſtra, giuſta l'uſo de' Porti d'acque ſalſe, e che la punta de' ſabbioni, che avanti il 1684. vi ſi trovava grande, mentre correva di quivi il fiume Piave, dopo divertita queſta, era ſtata diſtrutta tutta dal mare; nulladimeno tantoſto che il fiume Sile ſarebbe introdotto in quell' alveo, onde ripigliaſſe l'antica natura di fiume, vedrebbeſi rinaſcer ben preſto nuova punta di ſabbioni ſulla de-

ſtra

Digitized by Google

ſtra del fiume, e l'acque a voltare la ſua foce a ſiniſtra; e tanto appunto è ſucceduto, non eſſendo ancora compiuto l'anno, da che furono introdotte l'acque del Sile nel taglio nuovo, ricondotte per Piave vecchia nel mare, quando nella viſita, che ha fatta le ſettimane paſſate l' Eccellmo Magiſtrato, ſervito da me in quelle parti, ſi è in preſenza di Loro Eccellenze riconoſciuto eſſerſi verificato per appunto quanto prediſſi, e che quelle acque hanno voltata la foce a ſiniſtra, e ſulla deſtra ſono già depoſti in quantità maggiore della mia aſpettazione i ſabbioni, e vanno tuttavia accreſcendoſi, eſſendo già avanzata qualche centinajo di paſſi verſo il mare quella punta.

E perchè le difficoltà, che s'incontravano per correr con la dovuta felicità l'acque di Piave fino al Porto di S. Margherita, e i danni inſieme, che io aſſeriva provenire a queſti Porti da sì grand'allontanamento, avevano data occaſione di proporre qualche altro ripiego, per dar il paſſo alla Piave o nel Porto di Cortellazzo, o in quello d'Altanea, non laſciai di predire, che ogni qual volta in uno di queſti luoghi, o in qualunque altro ella foſſe di nuovo introdotta, ſempre ne naſcerebbe, che in breve tempo ella radunerebbe gran quantità di ſabbioni ſulla deſtra, e volterebbe la ſua foce a ſiniſtra; e per lo contrario in Porto di S. Margherita, per cui ella sboccava, reſtando privo d'eſſa in tutto, o in parte, piegherebbe la ſua foce, allontanandola dal lido di Caorle, che gli ſta a ſiniſtra, e che tanto era da lei combattuto, e tanto più ſe ne ſcoſterebbe verſo l'alto mare, quanto maggior copia d'eſſe acque della Piave ſe ne divertiſſe; il che ne ridonderebbe a beneſizio di quella Città; e tanto appunto è ſucceduto queſt'anno, mentre il Lago di Piave l'Inverno decorſo avendo rotto accidentalmente gli argini verſo il Porto di Cortellazzo ne' contorni della Palude Landrona, oramai per molti meſi ſcorre finora per ampia bocca gran parte della Piave ſteſſa per lo Porto di Cortellazzo in mare, ed ha trovato il Magiſtrato Eccellmo nella viſita predetta già cominciato a radunarſi parte de' ſabbioni fuori della foce di detto Porto ſu la deſtra; e ſebbene la foce ſteſſa va tuttavia per Oſtro Garbino, non dubito punto, che a poco a poco non ſia per andare anche eſſa piegando verſo Oſtro, e quindi anche in Oſtro Sirocco, non eſſendo queſti effetti, che in pochi meſi poſſano totalmen-

Digitized by Google

te dalla natura eseguirsi, ed assai bastando, che già se ne veda manifesto il principio; ed all'incontro quando giungemmo col Magistrato Eccellentissimo stesso a Caorle, ove si volle fare nuovo scandaglio di quella foce del Porto di S. Margherita, si trovò con ammirazione, e contento insieme di quegli abitanti, che prima non se n'erano avveduti, esser già divertita quella foce dal primiero suo sito, nel quale riguardando a una quarta di Levante a Greco, soleva fare continua batteria contro gli argini, e rive di quella Città, ed ora sta voltata ormai a una quarta di Levante a Sirocco, onde non più sì rettamente le percoteva; e sarebbesi ancora più ripiegata verso la destra, se oltre il residuo della Piave, che in buona parte tuttavia vi scorre, non vi corressero eziandio l'acque del fiume Livenza, che nella stessa Laguna di Caorle hanno il suo scarico.

Ecco dunque confermata da triplicata esperienza la dottrina, che io per avanti aveva stabilita, e la quale vado sperando sia per verificarsi in molti altri fiumi di questo Golfo, e forse anche degli altri mari, se si faranno prima aggiustati riflessi alle correnti del mare medesimo, le quali può ben essere in qualche luogo a causa d'altre circostanze de' siti, o sia per scoglj occulti sott'acqua, o per manifeste interposizioni di punte, o sia capi, o promontorj, che le interrompono, o per la situazione d'Isole vicine vengano interrotte, o divertite in altra parte, o forse ripiegate al contrario in quel modo, che dalla gran corrente del Bosforo Tracio, o sia canale del Mar Negro presso a Costantinopoli racconta il Sig. Luigi Marsili nell'operetta stampata in Roma pochi anni sono sotto il titolo di . . . . . che in certi luoghi, dove le rive formano seni alquanto verso terra, la corrente va tutto al contrario di quello ella faccia nel mezzo di esso canale, dove ella corre perpetuamente dal Mar Negro verso l'Arcipelago; anzi dirò meglio nella guisa, che vediamo in molti luoghi ne' fiumi, ove vicino alle rive, ed in particolare presso certe ripiegature delle medesime scorrono l'acque manifestamente dall'inferiore verso la parte superiore al contrario della corrente principale del fiume medesimo: se dico in tali luoghi del mare, ove si trovasse un simil accidente, che la corrente del mare non andasse dalla sinistra alla destra, come fa in questo tratto dell'Adriatico, ivi non si trovassero corrispondere gli

effet-

Digitized by Google

effetti alle preaccennate regole, non me ne farei punto maraviglia, mancando in quel caso i supposti della regola stessa; anzi pure quando in effetto la corrente del mare in vece di scorrere da sinistra a destra, come quà, andasse da destra a sinistra, come in qualche altro paese, sarebbe effetto delle regole stesse, che voltassero i fiumi le foci a destra, e fermassero i sabbioni sulla sinistra; e finalmente se in qualche mare privo d'arene, e terminato solo da' scoglj, come si vedono in molti luoghi la Riviera di Genova, qualche rive dell'Istria, Dalmazia, Regno di Napoli, ed altre, scaricasse alcun fiume, nè perciò si vedessero congregar sabbioni d'alcuna parte, non mi stupirei punto, quand'anche vi fosse la corrente del mare simile alla nostra, perchè in quei fondi sì grandi se vi giungono arene, o portate dal mare stesso, o pur anche da fiumi, non ponno esse da quei risorgere, mentre il moto delle tempeste nè può giugnere sin colaggiù a sconvolgerle, e portarle ad alto, nè quivi giunte avrebbero dove fermarsi, onde la foce del fiume restando libera, seguiterebbe il suo corso fra l'acque del mare, ove le altre circostanze naturali la determinassero; ma nelle palificate di Pordilio il negozio va ben diversamente, vedendosi quivi i sabbioni essersi fermati in grandissima copia, e aver formato scanno, anzi lido scoperto ormai da ambe le parti, sebben maggiore, e più presto sulla mano sinistra, che è la parte, di dove vengono, minore, e dopo più tempo sulla destra; il che proviene perciò, che la palificata troncando il corso alla correntìa del mare, e de' sabbioni, fa restar acqua morta anche sulla sinistra; il che non fanno i fiumi: perciocchè urtando l'acque all'intoppo immobile della palificata, nè potendo quivi proseguir il suo corso, lo arrestano, e depongono i sabbioni così dall'una, come dall'altra parte; laddove il fiume lascia bensì l'acqua morta sulla sua destra, ma non impedisce, che il mare dalla sinistra non corra fino a lui, ove giunto lo divertisce dal primo corso, e lo conduce seco verso l'alto mare; dal che nasce, che il fiume rare volte producesse sensibile scanno sulla sinistra; perchè in vece di far quivi deporre i sabbioni, li conduce seco verso i fondi maggiori del mare. Perchè dunque i sabbioni vengono da sinistra a destra, perciò si fermano da principio in gran copia sulla sinistra de' guardiani; ma perchè anche dalla destra rimane acqua stagnante, perciò quei pochi, che van-

no capitando da quella parte, quivi anch'essi si fermano, e col tempo si vanno innalzando, di modo che la differenza dal guardiano al fiume in questa parte consiste in ciò, che ambidue divertiscono bensì i sabbioni d'ambe le parti, ma il guardiano li ferma da ciascun lato, ed il fiume ferma quelli a man destra, e porta verso i fondi maggiori del mare quelli, che dovrebbono fermarsi sulla sinistra.

Per lo contrario i guardiani vicini a Malamocco non fermano i sabbioni se non sulla destra, perchè piegando in quel sito i lidi da Ponente appoco appoco in Libeccio, ed Ostro, la corrente marittima s'accosta con più forza a terra, ed urta con più vigore in quelle palificate dalla sinistra, piegando a lungo di quelle, onde non vien rintuzzato, ma sol ripiegato il suo corso; e perciò non vi depone sabbioni, e solo li depone sulla destra, ove rimane l'acqua priva di corrente, ed in tal modo rimane per mio credere risoluto anche il secondo problema, che io già proposi ec.

Sarà dunque ormai tempo di raccoglier i frutti, che da queste osservazioni io mi penso si possano tirare, cioè a dire, indagare quali conseguenze d'importanza risultano dalla verità di questi stabiliti supposti; il che spero sarà non meno di soddisfazione all'Eminenza Vostra, che di utile importantissimo a questa Sermña Repubblica, di cui l'Eccellentissima Casa Basadonna è così nobil parte.

In primo luogo adunque, siccome io fui sempre di ferma opinione, che sia verissima, e santissima la massima costante di questo Eccellentissimo Senato d'andar divertendo da questa Laguna tutti i fiumi, che per l'avanti non solo con le torbide l'andavano attraendo, ma con la naturalezza dell'acque medesime propagavano d'ogni intorno quei cannetti, che soliti nascere in tali paludi infettano l'aria di non so qual poco salubre esalazione, onde sono quasi disabitate le già grosse popolazioni di Torcello, e di Mazzorbo; nè da questa incontrastabile verità abbia bastato a distraermi l'aver creduto, e con ragioni per altro ingegnosissime, e dotte procurato di provar il contrario il dottissimo, e da me in ogni altra sua cosa riverito Abate Don Benedetto Castelli; onde stimo debbansi sempre benedire dalla posterità tutta le grandi applicazioni, non meno che i dispendj di tanti milioni impiegati ne' lunghi taglj, o sia nuovi

alvei

Digitized by Google

alvei fatti al Bacchiglioni, ed alla Brenta per condurli con altre acque più lungi, che s'ha potuto da questa Dominante, e nel divertire altresì dalla parte di Tramontana il Sile, ed altri fiumicelli minori; il che s'ha effettuato oramai quasi intieramente, oltre la diversione della Piave, e della Livenza in altre parti stabilita nei suoi primi Decreti dall' Eccellentissimo Senato a questo solo oggetto di dar luogo nell' antico alveo d'essa Piave, che doveva essa abbandonare, all'acque del Sile medesimo, e degli altri tre fiumi minori, che ormai vi sono la maggior parte introdotta: nulladimeno non può la mia ingenuità, e il zelo de' vantaggi di questa Serma Repubblica nasconder il dubbio, che ho, che non sia alquanto lungi dal vero la massima, che da circa trent'anni in quà è stata da alcuni di questi Ingegneri divolgata, esser necessarissima, e di somma importanza mandar la Piave a sboccar in mare quanto più lontano possibil sia da questi porti, da' quali non era discosto l'antica sua foce più di nove in dieci miglia; ed ho gran dubbio, che siccome era necessario levarla dall'antico suo alveo per dar luogo al fiume Sile, così sarebbe profittevole al pubblico interesse non la portare molto quindi discosta, onde sia anzi benefizio ben grande a questi porti lasciarla scorrere in avvenire per lo porto di Cortellazzo, ove la natura, anzi direi meglio, la Divina assistenza l'ha finalmente di sua mano condotta.

Sono speciose le ragioni, su le quali si fondavano quegl'Ingegneri, che alla massima predetta davano la mano; imperocchè (dicean essi) *la Piave fiume ben grosso, e che ne' tempi delle sue piene porta giù sin da' più alti gioghi del Bellunese, e Cadorino a' confini dell' Alemagna non meno copiose, che rapide, e torbide le sue acque, giugnendo in mare, porta seco sì gran quantità di sabbie, e di lezzo, che ne lascia per molte miglia all' intorno della sua foce colorito il mare stesso; onde per quanto resti la parte più grossa vicino alla sua bocca radunata in forma di scanno, la parte però più limosa, e più difficile a deponersi in fondo s'è veduta ben molte volte giugnere non solo vicina, ma dentro le fauci stesse di questi porti; onde è evidente, che ella portava dentro a queste Lagune, nelle viscere cioè più vitali di questa Dominante il più mortale veleno*; e quì additavano a confermazione di questo loro detto l'atterrazioni, che s'andavano facendo dentro a' porti medesimi,

Digitized by Google

simi, particolarmente ne' contorni della Certosa, e simili, le quali però, dopo il trasporto della Piave a' luoghi più lontani, sono anzi maggiormente, e con più notabili progressi accresciute; ma io avrei ben molto volentieri addimandato a que' tali Proti, che predicevano queste ragioni, *se credevano veramente, che i sabbioni, che entravano nelle tempeste da questi porti in Laguna, fossero solamente quelli della Piave, ovvero almeno la maggior parte da lei provenissero, in modo che fermata per Divina Onnipotenza la Piave su i monti, fossero per rimaner subito esenti da ricevere più sabbioni questi Porti, e questi scanni*; anzi gli avrei interrogati volentieri, *se credevano, che gli scanni di sabbione, che a canto di questi fiumi si generano in mare sulla loro destra, fossero composti solo di quelle arene, che seco portano i medesimi fiumi nelle loro torbide piene quell' anno istesso, o pure ve ne siano di quelle eziandio, che vennero giù da quei monti a' tempi dell' assedio di Troja, anzi in quei secoli, che regnava Giano, e Saturno*. A me del certo ha insegnato molto diversamente l' evidenza del fatto; mentre sono 20. anni dal 1664. in quà, che l'acque della Piave scaricano in mare per lo porto di Santa Margherita, e per relazioni giurate di tutti i pratici Pescatori, e Marinari di quel paese si sa, che non è giunta in mare pure una stilla d'acqua torbida di quel fiume; anzi sempre, e nelle stesse grandissime piene è stata veduta scorrere dal porto di Santa Margarita, se non limpidissima, certo senza sabbioni; e n'era la causa, perchè giunta nel lago allo sbocco del taglio nuovo in distanza di sedici miglia dal porto suddetto, e trovandosi quivi sul piano stesso del mare senz'altra caduta, fuor di quella, che coll'ingrossarsi si fa ella medesima, e dilatandosi per l'ampiezza d'esso lago, che ha di giro ben trenta miglia, perde sul bel principio ogni vigor del suo corso, e depone ogni sua terrestreità avanti d'esser giunta neppure a mezzo il lago medesimo, e tanto più dopo che vi nacquero da per tutto foltissimi cannetti, che resistendo al corso dell'acque, le sforzano tanto più a depositare il peso d'ogni terrena mistura; onde per sette, e più miglia, prima di sboccare in mare, non si trova vestigio ne' fondi, o memoria negli uomini, che in questi vent'anni ella sia veduta deponere, o seco portar sabbioni; eppure in questo tempo si sono radunati in sì gran

quan-

quantità i sabbioni sulla destra sua riva del mare, che hanno prodotta una nuova spiaggia lunga più miglia appresso quel lido, e larga alcune centinaja di passi, che avanti ch'ella quivi corresse, non vi si trovavano. E da chi dunque sono stati somministrati que' sabbioni, se non dal mare istesso? Ed il fiume Sile, che nascendo da fontane situate in pianura poco sopra Trevigi, scorre mai sempre chiaro, e limpido, nulladimeno ne' pochi mesi, ch'egli scarica nuovamente in mare per l'antico porto di Piave, non ha egli fatta depositare sulla sua destra, conforme io dissi di sopra, indicibile quantità di sabbioni, non mai dalle sue acque portati, ma somministrati dal mare istesso? E dubiterà l'Eminenza Vostra, che il mare dal Diluvio in quà, arricchito di quotidiani tributi di arene, non abbia omai da se, senz'altro ajuto di questi due fiumi, tante arene, che bastino a produr questi scanni, a intorbidarlo nelle tempeste, e nel tempo di queste introdurne pur troppe dentro questa Laguna? Credo ben io più vicino al vero il dire, che trovandosi questa spiaggia da Caorle, o sia dal porto di Santa Margherita fino al porto di Venezia lunga, secondo l'opinione comune, 36. in 38. miglia, e quasi tutta distesa in una dirittura da Scirocco in Maestro, non più interrotta da fiume veruno, dopo che la Livenza, e la Piave sono state altrove condotte, abbia avuto per tutto questo tempo un corso non interrotto la correntìa del mare a lungo di questi lidi, con la quale ne' tempi burrascosi scorrono eziandio i sabbioni da sinistra a destra; sicchè non trovando per la mancanza de' fiumi suddetti intoppo, che li fermasse, più copiosamente del solito si sono veduti avanzare verso questi porti, ed introdursi eziandio dentro di essi; dal che è nata l'interrazione più manifesta ne' contorni della Certosa, ed altri, e l'alzamento insieme dello scanno detto la Pisciotta in faccia al porto stesso di S. Niccolò, che si era sì fattamente accresciuto, che verso il lido di Sant'Erasmo, ed in altri siti in quel contorno non restavano per scandaglj fatti pochi anni sono più di due piedi d'acque in tempo di acque basse; nè dee dubitarsi, che i sabbioni facciano questo corso a seconda della corrente del mare anch' essi, mentre pur troppo s'è veduto, dopo la mancanza de' fiumi Piave, e Livenza dagli antichi loro luoghi, essersi appoco appoco distrutti, ed annichilati quegli scanni di sabbioni, che i fiumi aveano colà fermati,

L 4 che

che non altrove si sono veduti trasportati, che verso i porti di Venezia. Or tutti questi effetti, dico, non sarebbono sì fattamente succeduti, se a lungo di questa riva fossero stati fiumi, che tagliando la correntìa del mare, avessero arrestato, nel modo già spiegato, il corso de' sabbioni. E si figuri l'Eminenza Vostra, che scorrendo queste arene dalla foce del tagliamento fino al porto di Santa Margherita per lo spazio di miglia . . . . e quì fermandosi a causa della Piave, che attraversa loro il corso, resta nondimeno di poi tutto lo spazio di 36. miglia, e più da Santa Margherita al porto di Venezia, le di cui rive scopate, per così dire, dalla corrente del mare verso Venezia, mandano la sua porzione d'arene, le quali da che del 1664. fu quivi condotta la Piave, mai più hanno trovato alcun altro impeto, che le sequestrasse per strada, se non quanto gli evidenti pregiudizj, che portavano, diedero impulso a far fabbricare sei, o sette anni sono i due guardiani, o sia palificate nel luogo detto Porto di Lido maggiore, a' quali una gran parte di esse urtando, si sono in questo tempo quivi sì fattamente moltiplicate, che omai si stendono alla quantità di molte, e molte centinaja di campi di terreno scoperto, ove prima era il mare; ma i guardiani fatti a mano non ponno inoltrarsi sì avanti nel mare a tagliar il corso a' sabbioni, quanto s' inoltra la forza d' un fiume; e perciò sebbene ne fermano molta quantità, è però molto più quella, che ferma un fiume. Consideri dunque l'Eminenza Vostra quanto meglio, ed opportuno sarebbe stato, che lasciando a Santa Margherita la Livenza, si fosse fatta sboccar la Piave nel Porto di Cortellazzo, lontano da quello di Venezia 22. miglia sole, acciò raccogliesse quivi i sabbioni, che di verso Caorle vengono; onde rimesse poi l'acque del Sile in Piave vecchia, quivi queste ancora rompessero il corso de' sabbioni, che dalla riva di Cortellazzo fino a quel luogo venissero scorrendo; onde non restassero di poter venire verso Venezia altri sabbioni, che quelli, che sono da Piave vecchia in quà, e questi sequestrati anch' essi gran parte de' guardiani del porto di Lido maggiore, in tanta minor copia potessero portarsi verso il porto di Venezia; il che appunto nello stato delle cose presenti, durante aperta la rotta di Piave verso Cortellazzo, si verifica, mentre una parte di essa Piave per la nuova rotta scaricando in Cortellazzo, va di già manifestamente

mente radunando sabbioni sulla sua destra, e formando il consueto banco d'arene, le quali senza il corso d'esse scorrerebbero avanti verso Venezia, siccome il Sile uscendo oramai per Piave vecchia, non dissimile effetto produce; che però io non ho dubbio veruno potersi francamente asserire, che i fiumi sboccando in questi siti nel mare, servono di tanti guardiani perpetui, che senza spesa pubblica per mantenerli fanno continui, e ben disposti ripari a lungo di queste spiagge, contro la corrente di queste sì pregiudiciali arene.

Ritornando dunque alle ragioni, con che persuadevano alcuni Proti 25. anni sono, esser necessario portar la Piave non solo in S. Margherita, lungi 38. miglia da Venezia, ma più in là ancora, se si fosse potuto, acciò le sue torbide non potessero arrivare per tempesta veruna ne' Porti di Venezia, dirò in primo luogo all'Eminenza Vostra, che sebbene è questa opinione fermissima d'alcuni, nondimeno io non trovo dentro le Scritture dell'Eccellentissimo Magistrato, e molto meno nella memoria de' viventi, a quanti ho potuto parlarne, alcuna prova evidente, che le torbide di Piave avanti il *1664*. pervenissero a Venezia; non mi movendo a crederlo con fermezza il vedere, che questi Proti lo abbiano nudamente asserito, mentre non hanno portato nè ragioni, nè esperienze, che lo persuadano, e vedendosi anche a' tempi d'oggi nelle tempeste di mare, che l'acque di questi Porti s'intorbidano, e diventano bianchiccie, come facevano allora, e quando sono tempeste gagliarde, lasciano di quella sua torbida i segni sulle Barene, e fino sulle scale delle rive di Piazza di S. Marco, non ostante che la Piave al presente sia così lontana, mercè che questo mare ha di suo antico patrimonio, senz'altro ajuto di Piave, tanti sabbioni, che bastano, e basterebbero per altri sessanta secoli non solo a intorbidare quest'acque, ma accumulare monti ben alti, ove sono oggi i Porti stessi; ed oltre i sabbioni vi è ben seco altro lezzo sottilissimo sempre, che rende l'acqua così bianca. Ma perchè non paja a Vostra Emĩa, ch'io dubiti senza ragione dell'asserzione suddetta, consideri, la supplico, che per arrivar le torbide da Piave vecchia fino a questi Porti è necessario, ch'elleno vi siano portate dalla corrente del mare, la quale, per gl'indizj, che ne ho avuti, e narrati sopra, appena scorre tre miglia ogni ventiquattr'ore; onde facevano di

bi-

bisogno in que' tempi tre gran circostanze, perch'ella ci giungesse. Prima, ch'ella stesse tre giorni almeno per istrada, essendo dal Porto di S. Niccolò alla foce vecchia d'essa Piave nove miglia in dieci. Seconda, che tutti questi giorni stia agitato il mare dalla fortuna in modo, che non possa deporre essa torbida nel fondo. Terza, che la tempesta appunto si incontri in que' giorni, che la Piave entra in mare torbida, cioè in tempo delle sue piene, le quali non succedono più di tre, o quattro volte l'anno il più, e talora una, e nessuna; di modo che una di queste circostanze mancando, non si verificava l'effetto, che le torbide, che entravano in questi Porti fossero le stesse, che portava in que' tempi la Piave, potendo esser vero, che siano di quelle, ch'ella portò mille, e più anni sono, delle quali pur troppo il mare è pieno. Nè si dica, che il vento particolarmente Sirocco le porti molto più presto, perchè altro è il far gonfiar l'acque ammassandole, altro è il farle scorrere: li Sirocchi fanno gonfiar l'acque a queste parti fin due, o tre piedi sopra il comune, lo concedo; dunque le fanno correre con velocità? nego questa velocità: nè credo, che la correntìa acquisti velocità a ragione d'un miglio di più al giorno, e ciò anche per poche ore in tempo di tempesta, fuori delle quali ella resta nel suo corso ordinario; la qual cosa benchè paja strana, se occorresse, potrei forse dimostrare con molta facilità all'Eminenza Vostra, mentre quanto è favorevole il Sirocco alla corrente presso i lidi dell'Adriatico dalla parte di Tramontana, altrettanto è contrario all'altra corrente de' lidi presso Italia; onde gonfiate che siano l'acque al segno, che ponno, la corrente non può più ricevere vantaggio alcuno da' venti, i quali quanto la spingono per una parte, tanto la rispingono dall'altra. Ma quando si concedesse, che si velocitasse ella qualche poco più di prima, sarebbero nondimeno rarissimi i casi, ne' quali ella potesse pervenirvi; perchè abbiamo detto, che ciò non potrebbe succedere se non in que' giorni, che la Piave avesse la piena, la quale è bensì causata per lo più da' Sirocchi, che struggono le nevi de' monti, ma non giunge al mare se non molti giorni dopo, dovendo scorrere più di novanta miglia da Cividal di Belluno fino al mare, secondo il corso del tortuoso suo alveo, oltre tante miglia, ch'ella corre prima d'essere a Cividale; dal che nasce, che ella non arriva per lo più

al

al mare, che non fiano già cessati i Sirocchi, che il più delle volte solo per tre giorni, ma al più nove giorni sogliono durare. Siccome dunque non è possibile, che senza tempesta di mare giungano giammai in questo Porto l'acque torbide, qualora sbocchino dall'antica foce di Piave, che è lontana circa nove miglia da' Porti medesimi, che prima non abbiano per istrada deposto il loro torbidume, essendo così lento il moto della corrente marittima di tre, o quattro miglia al giorno, che vuol dire d'un miglio in ott'ore, che non può sostenersi la terrestreità per istrada, sicchè non cada a fondo, quando non sia ajutata dalle tempeste; così quando anco la Piave porti quattro piene all'anno, è difficile, che d'ogni quattro una se ne incontri a venir in tempo di tempesta; ma non già dubitabile, che nelle tempeste non abbia sempre il mare di dove intorbidarsi, e portar a Venezia sabbioni, de' quali conserva pur troppo pieni i magazzini delle sue profondità, ove ha depositato tutte quelle, che in più di cinquanta secoli gli hanno contribuite questi fiumi; e malgrado nostro vediamo, che dopo portata la Piave in S. Margherita 28. miglia più lontano di prima, sono anzi entrati più copiosamente ne' Porti, s'è alzato più del solito il banco della Pisciotta, e si sono vedute in ogni tempesta bianchiccie al suo solito l'acque marine quant'erano avanti; ed in effetto se interroghiamo marinari, troveremo, che in tutti i mari, che hanno fondo d'arena, e dove non sia molta profondità d'acqua, nelle tempeste l'acque s'intorbidano, e s'imbiancano, e sianvi fiumi vicini, o no, senza distinzione. Non è dunque buona conseguenza il dire: si vedono entrare in questi Porti l'acque torbide in tempo di tempeste, dunque vengono queste torbide dalla Piave; imperciocchè nelle diligenze, che ho fatte, non s'è trovato chi sappia, o possa dire, che dopo trasportata la Piave a S. Margherita, siano meno bianche del solito l'acque marine nelle tempeste; ma anzi tutto al contrario si scorge manifesto da visite locali dell'Eccellentissimo Magistrato, e da esami de' Pescatori, e Marinaj pratici, che sono entrati più del solito i sabbioni del mare dentro la Laguna, ed in particolare verso la Certosa, in poca distanza dalla quale si pescano già le cappe lunghe, o sia cannelli, che non si trovano giammai, per detto de' Pescatori, se non in poco sabbione marittimo; certissimo segno, che i sabbio-

Digitized by Google

bioni del mare scorrono più copiosi del solito a questa volta, dopo che la Piave allontanata non li rattiene, come prima faceva. Se alcuno dunque avesse creduto, che i sabbioni, ch'entravano per questi Porti, fossero gli stessi, che in quel tempo porta la Piave al mare, si sarebbe ben ingannato all'ingrosso, perchè anzi io sono di parere, che il mare ne abbia forse fin dal Diluvio in quà sì gran copia del suo, che dal levar, o dal lasciar quelli della Piave non possa egli sentirne maggior differenza di quella si proverebbe nel livello de l'istesso mare dal levare, o lasciare l'ingresso in esso all'acque istesse della Piave; e in fatti s'è veduto, anzi di sua bocca lo ha attestato a me l'Illmo, ed Eccellmo Sig. Luigi Sagredo, già Savio del Magistrato Eccellmo dell'acque, ed ora dignissimo Patriarca di Venezia, Signore di quella intelligenza profonda, prudenza, ed integrità ben nota all'Emza Vostra, e al Mondo tutto, che mentre egli risiedeva come uno de' Savj in esso Magistrato l'anno, che precedè l'esaltazione del Sermo Duce Sagredo suo fratello di gloriosa ricordanza, si portò egli con i Ministri del Magistrato a far scandagliare gli scanni davanti il porto di Venezia, e si trovarono peggiorati, cioè alzati di fondo in dodici anni, dopo il trasporto della Piave fino a quel tempo, più di quello si fossero accresciuti in sessant'anni avanti detto trasporto.

Nè lascio di riflettere, che quando fosse vero, che stando la Piave nell'antico suo sito, le sue torbide potessero qualche volta giugnere fino al porto di Venezia, da cui, come ho detto, era lontano nove miglia, non è onninamente verisimile, che elle vi possano giugnere dal porto di Cortellazzo, che è lontano da' medesimi più di 22. miglia, ond'è un troppo temere, e farsi fantasma d'ogni ombra il dire per questo solo fondamento doversi ella non solo mantenere in Santa Margherita, che n'è lontana più di 36. miglia, ma se possibil fosse mandarla eziandio più lontana. Concedo anch'io per verissimo, che nelle Fortezze, e nelle Navi di guerra si dee tenere per ogni lato lontano il fuoco da' magazzini di polvere, e perciò doversi per maggior cautela fabbricarli isolati, e disgiunti da ogni abitazione; ma il proibire per questo rispetto l'accender lume, o fuoco in qualunque luogo della Fortezza, e della Nave, sarebbe una superflua, e troppo abbondante cautela. Se la Piave dal-

Digitized by Google

dalla distanza di nove miglia è stata portata a maggior distanza, è stato un ottimo consiglio, ed utilissima risoluzione per poter dar luogo nell' alveo da lei abbandonato all'acque del Sile, ed altri fiumi, ch'entravano in Laguna dalla parte di Tramontana, e risanar per questo mezzo l'aria, e divertire i pericoli di questa Real Dominante. Dunque su concediamo per vero il supposto de' Proti, che hanno detto, ch'ella portava con le sue torbide nocumento a questi porti in vicinanza di nove miglia; allontaniamola, che non possa più giugnerci, portiamola lontano il doppio più oltre fino in Cortellazzo, che è lontano altre tredici miglia, che saranno 22. miglia in tutto di piu: che s'ha da temere? Io per me non ne temerei più di quello temessi delle torbide del Danubio. Per esser sicuro dal cannone basta esser fuori del suo tiro, nè accade fuggir lontano venti miglia, se quello non può giugner lontano un miglio.

Ma s'egli è il vero, come asseriscono tutti i pratici di queste Lagune, che in que' luoghi, ove corrono acque dolci a mischiarsi con le salse, quel sottil lezzo, che portano seco i fiumi, mescolato con l'arene salse, produce una crosta di terreno assai più dura, e resistente alla corrosione dell'onde di quello sia il puro sabbione, io mi do anzi a credere, che l'uscita de' fiumi torbidi nel mare, oltre fermar il corso a' sabbioni, tagliando la correntìa del mare nel modo sopraccennato, e spiegato, serva eziandio per legare a guisa di cemento i sabbioni stessi, acciò non sì facilmente siano da' procellosi moti dell'onde sconvolti, e fatti avanzar verso Venezia.

Veduto dunque l'effetto, che ponno fare i fiumi entrando in mare da questa parte, resta da esaminare alquanto più a minuto il corso de' sabbioni stessi, e forse potrebbe dubitare l'Eminenza Vostra, che s'egli è il vero, che il mare ne porta tanti del proprio senza quelli de' fiumi, poco giovamento possa apportare a' porti di Venezia il fermarne qualunque quantità si voglia o con fiumi, o con guardiani, o con quali altri ripari si siano, perchè sempre ne avrà il mare degli altri da somministrare a' consueti pregiudizj di questi porti.

Ed in vero il dubbio pare a prima giunta non poco grave; ma sarà facile la soluzione, se riducendolo, come si suol dire, a calcolo, lo esamineremo più da presso. In

In primo luogo dunque, giacchè siamo certificati, che il mare ha questo moto di corrente lungo i lidi da sinistra a destra, con la quale corrono anco i sabbioni alla stessa carriera, comechè dalla corrente già detta sono in tempo di mare agitato così trasportati, sarebbe a proposito indagare quanto s'estendono in larghezza ambe queste correnti, dell'acque cioè, e de' sabbioni. E quanto alla prima io credo, che le acque partecipino di questa corrente, cominciando dalla riva per molte, e molte miglia in larghezza; ma non ho esperienze, che mi diano indizio certo della vera larghezza, dentro di cui si mantiene questo moto; oltrechè può anche supporsi ineguale, ed irregolare: ben è vero, che essendo a causa di detta corrente più breve il viaggio delle galee, ed altri legni da Corfù a Venezia lungo le rive di Dalmazia, e nel ritorno lungo le rive d'Italia, e costumando queste per lo più di costeggiar in distanza di tre miglia più, o meno, è segno, che questa corrente è sensibile dentro a questi termini per lo meno.

Dico dunque, che sebbene l'acque del mare hanno questa corrente non solo lungo le rive, ma insino alla distanza di molte miglia da terra, come ho detto, a causa della quale i sabbioni commossi dalle tempeste vanno sempre scorrendo avanti da sinistra a destra, a seconda della stessa corrente; nulladimeno quest' effetto di sconvolgere, e spingere avanti i sabbioni è sempre tanto maggiore, quanto più vicino a terra scorrono l'acque. Per intelligenza di che consideri Vostra Eminenza, ch'ogni poco d'agitazione dell'onde in quei luoghi, ove non è più d'un piede, o due d'acqua, solleva l'arene, e ne intorbida l'acque medesime, laddove più avanti, ove siano cinque, o sei piedi di fondo, restano chiare; ma se l'agitazione del mare s'accresce, s'intorbidano ancora que' luoghi, ove sono cinque, o sei piedi di fondo, e restano esenti quell'arene, che sono ne' fondi di 10., e dodici piedi; perchè l'impeto dell'onde non giunge così basso a scompigliare que' fondi, ai quali però nelle tempeste più gagliarde, ed impetuose può giungere qualche commozione; sicchè successivamente quanto più profondo è il mare, tanto più rare volte accade, che possa intorbidarsi per ragione della commozione de' suoi flutti, che fino al fondo forse s'avanzano. Mi ricordo però avermi raccontato il già Eccellentissimo Signor Marc'Antonio Saoli

Digitized by Google

li Senatore Genovese di non ordinaria letteratura, e d' ammirabile intelligenza in tutte le cose, che nell' occasione della fabbrica maravigliosa del nuovo Molo di quella Città furono fatte (non mi sovviene il metodo) industriose sperienze per riconoscere fino a quanta profondità penetrasse l' agitazione dell' onde, ed aversi trovato, che al disotto più di venti, o pure venticinque piedi, se non erro, per tempesta che fosse, non si muovevano l' acque in guisa di poter fare impeto alcuno sensibile ne' corpi, che immersi vi fossero; il che posto per vero, non ho dubbio, che da tali profondità non s' alzeranno mai i sabbioni in sì fatta guisa d' intorbidar l' acque superiori, o di poter con la loro corrente andarsi cumulando in altri luoghi. E non v' è Marinaro, che non sappia, che l' acque marine non s' intorbidano mai per tempesta alcuna, se non ne' luoghi di poco fondo, eccetto che quando le tempeste sono originate dal fondo stesso del mare, e non da venti di fuori, perchè in que' casi (che sono però rari) scaturendo dal fondo l' esalazioni, ch' agitano il mare, ponno da quello alzare il torbidume fino alla superficie, ed hanno i Marinari per segno pessimo il veder torbido il mare ne' luoghi tanto profondi, essendo quelle le più irregolari, e pericolose tempeste; ma questo è fuori del caso nostro, ove io tratto dell' agitazione causata dalle tempeste ordinarie, in ordine alle quali sappiamo, che quella parte di sabbioni più prossimi alle rive sono più facili a ricever moto dall' onde, e per conseguenza, portati dalla corrente, andar scorrendo avanti, e che gli altri più lontani dalle rive, e che per conseguenza sono in maggiore profondità d' acqua, sono manco commossi, e che più avanti, dove il mare abbia acquistato profondità grande, non solo non ne risorgeranno ad alto l' arene del fondo, ma se l' onde vicine vi porteranno delle sue torbide, facilmente ne anderà una gran parte a seppellirsi per sempre in que' fondi maggiori.

Poste dunque per vere queste supposizioni, ne segue ancora, che sebbene la corrente del mare occupa forse molte miglia in larghezza, cominciando dal Lido, nulladimeno la corrente de' sabbioni occupa molto meno spazio, conforme più, e meno profondo è il mare lungo le rive medesime; e forse in questo mare, di che parlo, non sarà ella molto più larga di cinque, o seicento passi in quei luoghi, ove non

siano

Digitized by Google

siano scanni particolari, benchè in alcuni siti ella possa essere assai più d' un miglio, o due, e in altri forse anche meno di 200. passi.

In secondo luogo ne segue, che la porzione più vicino a terra essendo quella, che porta quantità maggiore di sabbioni, impedita ch' ella sia o dall' ingresso d' un fiume, o dall' ostacolo d' una forte palificata, resta levato il maggior corpo de' medesimi sabbioni nocivi.

Terzo è, perchè il corso de' fiumi s' avanza molte volte verso il mare (sebbene obliquamente, come s' è detto) sicchè giungono le sue acque a portar le sue torbide fino in que' luoghi, ove si trova più profondo il mare, di quello possa nelle tempeste pervenire l' agitazione dell' onde, quel terreno quivi portato dal fiume, e que' sabbioni marittimi stessi, che vengono dalla sinistra colla corrente del mare, sono da quella del fiume rapiti, e seco verso l' alto mare portati, ove trovano spazj così grandi per seppellirsi senza mai più risorgere, che volesse Dio potessero ridursi colà tutti gli altri sabbioni, che portano nocumento in queste Lagune.

Quarto ne segue ancora, che se un fiume tagliando la corrente de' sabbioni v. gr. per lo spazio di 1000. passi, ne lasciasse ancor due, o trecento passi in larghezza, ove potesse la tempesta agitar que' fondi, e intorbidarsi d' arene, gran parte di queste però può essere trasportata più avanti ne' fondi maggiori, di dove più non risorga, e ciò più facilmente di quello possano gli altri sabbioni più verso terra; oltrechè in quella distanza da terra sono bene più rare assai le tempeste di tanta forza, che possano sollevare da que' fondi l' arene, di quello siano l' agitazioni, che in manco profondità, cioè a dir più verso le rive, ne fanno l' effetto.

Intesa dunque questa dottrina, per la quale si fa manifesto, che il corso de' sabbioni è sempre maggiore dove il fondo è minore, perchè quivi ogni poco di moto gl' innalza, è tempo, che io mostri all' Eminenza Vostra con qual ordine vadano crescendo, o diminuendosi fuori di questi porti gli scanni, e particolarmente lo scanno grande detto della Pisciotta, il quale cominciando da Pordilio, e stendendosi davanti il Lido, e Porto detto di S. Erasmo, e di là avanzandosi fin davanti il Porto di S. Niccolò, di là con lungo, e stretto braccio abbraccia,

cia,

cia, per così dire, la foce di esso porto, non permettendone l'uscita se non nel fine quasi di tre miglia di distanza dalla bocca verso Malamocco, ed in tal modo obbligando la foce di esso porto a seco piegare a quella parte.

Si figuri dunque Vostra Eminenza, ch'essendo questo un sito, dove la corrente del mare piega, piegando anco i Lidi, ed avanti al quale sono le due bocche di S. Erasmo, e di S. Niccolò, che versano tant' acque in queste Lagune ne' flussi, che di nuovo uscendo ne' reflussi, fa, che davanti esse bocche si vanno ammassando i sabbioni, onde formano esso scanno, conforme sopra spiegai, tanto più s' alzerà sempre lo scanno predetto, quanto maggior quantità di sabbioni verranno dalla sinistra, cioè di verso Levante a quella parte: ma perchè quanto più egli s'innalza, tanto più l'onde del mare facilmente potranno portare avanti i di lui sabbioni, secondo che gli obbliga essa corrente; perciò quanto più crescerà esso banco, tanto maggior copia ne sarà da esso somministrata, che da' flussi alterati da tempeste entreranno in Laguna, ed anderanno a fermarsi sulle Velme, o sian banchi d'essa Laguna, dove vi sia manco corrente, e ne' reflussi si spingeranno lungo la foce del porto, allungando la lingua suddetta verso Malamocco, ed incomodando la navigazione. Ma per meglio comprendere questo punto importantissimo, mi permetta Vostra Eminenza, ch'io consideri questo scanno in tre maniere, quando cioè sono più i sabbioni, che vengono dalla sinistra, cioè di verso porto di Lido maggiore, Piave vecchia, ed altri luoghi ad innalzarlo, di quelli, che da lui partendo verso la destra, lo vanno scaricando: secondo quando sono più quelli, che da lui si partono nelle tempeste scaricandolo, che non sono quelli, che a lui sopraggiungono; e terzo quando gli uni agli altri sono in inegual quantità. Nel primo caso è certa cosa, ch'egli anderà sempre crescendo, e tanto ha fatto almeno ne' primi otto, o dieci anni, dopo che la Piave fu del *1664.* divertita, insieme con la Livenza, fino in Laguna di Caorle; perchè restando tutto il Lido da Caorle fino a Venezia senza fiumi, o altri impedimenti, che chiudessero il passo al corso de' sabbioni per lo spazio di trentasei in trentotto miglia, e struggendosi dal mare quelle punte, e scanni vecchj, ch'erano restati a' porti di Livenza, e Piave vecchia abbandonati da que' fiumi, era più la quantità di quel-

Digitized by Google

lo, che ne veniva, di quello, che se ne andasse, ancorchè questa fosse anch'ella più del solito copiosa; onde non è maraviglia se Monsignor Illustriss., e Reverendiss. Patriarca ritrovò del *1676.* esser alzato esso scanno assai più in quegli ultimi dodici anni, di che fosse memoria avesse fatto in altri 70. precedenti; imperocchè del *1682.* l'ho veduto io nelle basse d'acqua non aver più di due piedi in circa di profondità; il che concorda con i scandaglj fatti quell'anno dai Proti pubblici, che trovarono nella colma d'acque non esser fra il Faro di Pietra, e la foce di S. Niccolò, ed altri di quei contorni più di quattro piedi e mezzo in cinque d'acqua, e perciò nelle basse un piede e mezzo in due; talchè è nato, che commovendosi quest'arene per ogni minima agitazione, sono entrate sì copiosamente dentro il porto di S. Niccolò in questa Laguna, e la punta dello scanno stesso si è avanzata tant'oltre verso Malamocco.

Nel secondo caso (il quale credo anderà verificandosi quando restino fiumi dove sono al presente con la Piave, cioè in Cortellazzo) non ha dubbio veruno, ch'essendo manco i sabbioni, che vengono, di quelli, che vanno, anderà scemando, ed abbassandosi lo scanno predetto, perchè ogni poca commozione del mare intorbidando l'acque, ne va portando via; ma egli è però anche il vero, che quanto più egli scemerà, restando maggiore il fondo, tanto manco s'intorbideranno l'acque per poco vento, e perciò manco sabbioni ne partiranno; onde a poco a poco si ridurrà in tale profondità, che non partendo da lui se non tanti sabbioni, quanti vengono, non scemerà, o crescerà d'avvantaggio; ed allora saremo nel terzo caso, nel quale ben vede chiaro l'Eminenza Vostra, che tanto maggior acqua sarà sopra detto scanno, quanto più sarà impedito il corso de' sabbioni, che a lui vengono di verso Levante; che però quando s'impedirà, che non vengano da sopravvento tanti sabbioni, come venivano per lo passato, dovrà esso scanno abbassarsi a poco a poco, e la sua punta sottovvento dal porto abbreviarsi con vantaggio della navigazione, e della Laguna; il che in pochi anni dovrebbe rendersi manifesto, e continuare questo abbassamento, finchè l'acqua sopra detto scanno resti tanto copiosa, che non intorbidandosi più tanto nelle tempeste, porti via sol tanto di sabbioni,

ni,

ni, quanti ne vengono, ed allora continuare in quello stato; onde apparisce per manifesta conseguenza, esser non solo giovevoli, ma necessarj i fiumi ne' luoghi predetti, ed i guardiani ove mancano fiumi, sicchè gli uni, e gli altri a guisa di ben disposte forze di frontiera contro il mare, nemico di questa Laguna, ne rintuzzino da ogni parte gli assalti. Se dunque sarà avuta cura in avvenire, che siano mantenuti ne' luoghi, ove ora sono, i fiumi Livenza, Piave, e Sile, sicchè sbocchino in mare, come fanno al presente, per i porti di Caorle, S. Margherita, Cortellazzo, e Piave vecchia, onde servano, come s'è mostrato, di tanti guardiani ordinatamente disposti lungo queste rive a fermar il corso a' sabbioni, che il mare porta sempre da sinistra a destra, e saranno mantenuti, e prolungati, occorrendo, i guardiani di palificate al porto di Lido maggiore, che ne fermano, come chiaro si vede, buona porzione anch' essi, pochi ne resteranno in potere della corrente del mare per esser portati sullo scanno della Pisciotta ad assediare, per così dire, la bocca di Sant' Erasmo, e di S. Niccolò; e perchè il mare ne va asportando via da detto scanno, debbesi sperare il continuo suo abbassamento, finattanto che sia fatto fondo di tanti piedi d' acqua sopra di esso, che il mare non possa sollevarli, e portarli via in maggior quantità di quella, che da sinistra viene condotta.

Che se l' Eminenza Vostra mi richiedesse quale de' due ripari sia di maggior effetto a questo fine di divertire i sabbioni, o un fiume, o un guardiano manufatto con palificata, io spererei renderla persuasa, che l' effetto d'un fiume sia senza paragone maggiore dell' altro, perchè i sabbioni, che il mare va portando da sinistra a destra, incontrandosi nella corrente del fiume, sono in gran parte divertiti dalle rive, e spinti verso i fondi maggiori d' esso mare, dove caduti una volta non ne risorgono più, e solo una parte d' essi passando nell' acqua morta a mano destra del fiume, quivi vanno deponendosi; onde è maggior la quantità de' sabbioni fermati, e in parte divertiti da un fiume, di quelli, che sono fermati da una palificata per grande ch' ella sia; oltrechè la palificata non può di gran lunga estendersi a quelle profondità, e distanze dal lido, alle quali giungono i fiumi minori.

Tanto finora ho da poter dire all' Eminenza Vostra in questa mate-

 ria,

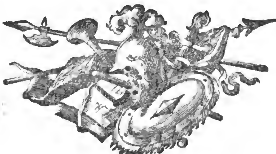
ria, nella quale non dubito punto, che continuando le osservazioni, e diligenze negli anni seguenti, se Iddio mi concederà vita, e salute, potrò andare scoprendo molte cose di più; e comechè ho fissa nella mente la massima, che la vera gloria d'un uomo di studio stia nella verità, e perciò unicamente ho quella per oggetto di tutte le mie speculazioni, posso accertare l'Eminenza Vostra, che niuna affezione alle mie, qualunque siano, opinioni m'offuscherà, a Dio piacendo, sì fattamente la vista, che io non sia per lasciar prontamente la strada delle sin qui credute vere mie considerazioni, sicchè io non sia sempre per instradarmi ove miglior lume di verità m'additassero le nuove osservazioni. E per quello tocca alle più volte promesse mie considerazioni circa i ripari de' fiumi, già ne ho abbozzato in altra mia lettera la serie, che quanto prima mi piglierò l'onore d'inviare all'Eminenza Vostra, alla quale intanto con profondo ossequio m'inchino.

Di V. Eminenza

Venezia 22. Settembre 1684.

Umiliss., Divotiss., Obblig. Servitore

Geminiano Montanari.



DI-

Digitized by Google

DISCORSO
DI
VINCENZIO VIVIANI

INTORNO AL DIFENDERSI DA' RIEMPIMENTI, E DALLE CORROSIONI DE' FIUMI,

Applicato ad Arno in vicinanza della Città di Firenze.

Digitized by Google

Hæc illuſtranda, & excitanda nobis ſunt, ut ſi occupati aliquid unquam profuimus, proſimus etiam, ſi poſſumus, otioſi.

Cic. Lib. 1. Tuſcul. quæſt.

Digitized by Google

DISCORSO

AL SERENISSIMO

COSIMO III.

GRAN-DUCA DI TOSCANA

INTORNO AL DIFENDERSI DA' RIEMPIMENTI, E DALLE CORROSIONI DE' FIUMI,

Applicato ad Arno in vicinanza della Città di Firenze,

DI VINCENZIO VIVIANI

MATEMATICO DI S. A. S.



SERENISSIMO GRAN-DUCA, UNICO MIO SIGNORE.

FU grande in vero, Serm̃o Signore, e d'un generoſo ſpirito di provvidenza, ſempre vegliante agli alti affari del ſuo feliciſſimo Stato, la benignità, con cui l'A. V. Serm̃a mi onorò d'interrogarmi ſopra il negato da alcuni, e da alcuni altri affermato riempimento del letto d'Arno e dentro, e fuori di queſta fioritiſſima ſua Città Dominante; ma non punto minore apparve l'ineffabile bontà ſua, allorachè non dubitando io di tale riempimento, e replicandole, che avrei pur creduto potervisi con profitto, e forſe notabiliſſimo, provvedere, ſi compiacque l'A. V. di comandarmi l'eſporlene in carta i miei ſentimenti, ed ultimamente ancora d'animarmi a ſpiegarle i modi giudicati da me i più ſtabili, e inſieme i meno diſpendioſi per riparare alle vicine corroſioni di queſto fiume. A tutto riverente ubbidiſco adeſſo col preſente, qual ſi ſia, mio Diſcorſo, che dettato da puriſſimo zelo con profondo oſſequio mi ſo ardito di conſecrarle, come indirizzato a quell'univerſal bene, a cui ſta così intenta la mente ſantiſſima di V. A., la quale per ſua incomparabil cle-

Digitized by Google

menza fuol degnarfi gradire quanto con ingenuo candore fa efprimere la mia per altro ofcuriffima penna.

E prima, che il letto del fiume Arno fi fia alzato, e fi vada alzando perpetuamente, è così vero, che fe vero foffe il contrario, non fi vedrebbero i minori fiumi, e torrenti, che vi mettono, ridurfi continuamente più alti delle campagne, per dove e' paffano, per acquiftar nel medefimo Arno la caduta, che a lor bifogna, come ocularmente fi riconofce, per non allontanar troppe miglia in Affrico, e in Menfola fopra Firenze, e quì fotto in Mugnone, in Greve, in Bifenzio, in Ombrone, ec., ficcome fegue di que', che entrano in quefti, quali fono, fra gli altri, Terzolle, la Marina, Aiolo, il Calice, la Stella, ec., i quali tutti hanno i letti loro, cominciando poco più insù de' loro sbocchi, per la maggior parte fuperiori uno, due, quattro, e più braccia a' loro piani laterali, dentro de' quali nell'antico camminavano tutti incaffati. In confeguenza di tale riempimento non feguirebbono così fpeffi trabocchi, o rotte negli argini; non converrebbe tutto giorno rialzarli; non fi replicherebbono di tempo in tempo gli fcavamenti de' loro alvei; non farebbe mai neceffario rifar ponti rimafi fenza luce, e affogati; non perderebbero i Mugnai le cadute de' loro mulini, e perciò non prenderebbero ardire di follevar le Pefcaje con tanto danno degli adjacenti piani fementati, che ricevono impedimento alla libertà de' proprj fcoli. Nè finalmente, fe il letto d'Arno non fi foffe innalzato fotto le due Pefcaje di S. Niccolò, e dell'Uccello, le lor capezzate, o corone farebbero ftate follevate, e non poco, in più volte, come chiaro vi apparifce (non oftante che con tutti quefti alzamenti non avanzi ad effe caduta) che perciò fentendo l'A. V., che fe tali Pefcaje, e quefta maffime dell'Uccello veniffe ridotta troppo più alta, ne feguirebbe affai più frequente il ringorgo delle piene d'Arno per le fogne della Città, coll'infezione delle cantine per altro fane, de' piani terreni delle abitazioni, molto providamente ha comandato di ftabilire un'altezza invariabile, e fiffa per ogni tempo avvenire, come è già ftato, con Decreti, e Editti da affiggerfi, opportunamente efeguito.

Credo bensì, che di quefti gran rialti, greti, e ridoffi pofti fopra, dentro, e fotto Firenze, in tempo delle grandi, e delle maffime piene di

di otto, e dieci braccia, e di quelle in particolare, che assai durano, o che vengono per abbondanti, rovinose, e universali piogge, se ne faccia talvolta un grandissimo sfratto, e talvolta un sovvertimento, e trambusto generale, con mutazione de' luoghi da' più prossimi a' più remoti, da' destri a' sinistri, dalle superficie alle profondità ec., e che in tale occasione la materia sottile di rena, e ghiaja venga portata innanzi, anche sotto la Golfolina, e così l' alveo in alcuni luoghi per qualche altezza si voti.

Ma perchè da chi ha opinione, che Arno non si riempia, già mi viene accordato, che i sassi, che per esempio si vedono da Rovezzano fin sopra la Badìa a Settimo (i quali vanno di mole diminuendo più, e più, quanto più a quella s'accostano) non sieno stati creati dove e' sono, e non vi sien nati, nè vi sien piovuti, ma vi sien stati condotti da Arno, e che avendone esso deposti una volta, possa tornar di nuovo a deporvene; e mi viene ancor conceduto, che questi sassi non passano la Golfolina, anzi che essi non arrivano al Ponte a Signa, perchè di fatto ne' piaggioni da essa Badìa ingiù non se ne trova pur uno: resta però concludentemente provato, che se dentro a questa lunghezza di Arno non escono, nè si partono i sassi antichi, e ve ne rimangon sempre de' nuovi, il rialzamento del letto debba seguire per necessità, massime poi col ritorno di nuove materie sottili, che Arno al calar delle piene, cioè nel mancargli la forza, rilascia in luogo di quelle, che alle massime altezze d'acqua esso aveva portato sotto la Golfolina.

Che poi, oltre al sasso, e alla ghiaja, che le piene depongono in que' greti, esse vi conducano ancora gran copia di rena, e di terra, non si può dubitare, perchè il fatto dimostra; oltrechè i terreni adjacenti de' particolari, ma prima le spalle, e boschi, dopo essere stati ben cento, e mille volte (allorchè e' non avevan difesa) corrosi, e portati via, pur cento, e mille volte per mezzo de' lavori si sono ricuperati; e questi son que' luoghi chiamati Acquisti.

Un sì fatto accidente di rialzamento continuo d'Arno dove con sasso, e ghiaja, e dove con rena, e terra, anche fino al mare, lo riconoscono i Navalestri più vecchj, e dentro la Città loro lo sperimentano a troppo gran costo i Pisani, a' quali in questi ultimi cinquant'anni è convenuto più d'una volta alzare i muricciuoli del lor Lungarno.

E per

E per quel che attiene a questa parte di canale, che interseca Firenze, anche le sue sponde, e le più moderne, si riconoscono rialzate, forse in occasione di ristaurare, o di risar le banchine de' parapetti, come seguì due anni sono in que' siti più bassi, dove prima s'era osservato, che le massime piene stavano a tocca, e non tocca di traboccarle.

L'alzamento di questo fondo mi sovvien or d'averlo osservato l'anno *1664.* nel far ristaurare un voto dentro la prima pila, e sotto l'impostatura sinistra del prim'arco di questo Ponte ammirabile di S. Trinità verso la Chiesa, dove, nel far cavare colle cucchiaje, m'incontrai a vedere un certo lastrico d'antico Batolo quasi due braccia più basso di quello ordinatovi dal famoso Ammannati, che dopo la rovina del vecchio Ponte, seguita nell'1557., su l'Architetto di questo così venusto: ed un altro simil lastrico di platea vecchia riconobbi l'anno *1663.* esser due braccia più sotto alla platea più moderna, in occasion di far risar questa, e di risondare anche la pila sotto l'impostatura destra del secondo arco del ponte alla Carraja verso la Porticciuola.

Due altre indubitate riprove, che questo letto si rialzi, le dedussi io nel far eseguire dentro gli anni *1677.*, e *1678.* la Fabbrica da me proposta all'A. V., e benignamente approvatami di quell' imbassamento, che or fa Piazza, e Verone d'avanti alla facciata della Real Galleria di V. A. rispondente sopr'Arno, la qual facciata si sollevava dal fondo, quasi che a piombo su pali di Cerro marcitisi, ed essendo in gran parte scalzata, stava esposta a rovina. La prima fu, che nel far preparare il nuovo fondamento su grossi pali di castagno vi si trovò una banchina, o risega antica sepolta sotto 'l piano d'Arno quasi tre braccia, e molto più bassa delle riseghe delle sponde presenti, che si veggono scoperte.

La seconda, che convenendomi, per quanto è larga tal nuova piazza, far avanzar vers'Arno le finestre vecchie del sotterraneo della Loggia, che è in testa all'altre due degli Uffizj, presi motivo di farle murare un braccio e mezzo più alte su l'asserto comune di chi allora vi praticava, che l'esperienza avesse fatto vedere in molti degli ultimi anni, che ogni gran piena, contro al solito degli anni innanzi, entrando per esse, necessitava a condur fuori di quelle stalle i Cavalli del

comun

Digitized by Google

comun servizio dell'Altezza Vostra, ed oltre alla spesa, che si richiedeva a cavar la belletta, tenevale inferme per molti mesi. E pure è da credersi, che un Architetto sì celebre, qual fu il Cavalier Giorgio Vasari, che nel 1560 si trovò a ordinare, ed a soprantendere a questa sontuosa fabbrica de' Magistrati, e della predetta facciata (ch'egli stesso chiama fondata sul fiume, e quasi in aria) facesse fermar esse finestre tant'alte, che ne' tempi suoi niuna delle piene maggiori potesse a gran pezzo arrivarvi; siccome è probabile, che la suddetta risega, oggi coperta, rimanesse allora superiore al pian dell'acque più basse, come si pratica nel fabbricarle, non si potendo conficcar a' pali del fondamento le catene, ed i catenelli sott'esso piano senza un gran dispendio in contrappalate, e riprese, per comodo di aggottare, o di cavar l'acqua con trombe, le quali non riparano alla sorgente dal fondo, renoso tutto, e gretoso.

Questa necessità, che sia stato operato in tal guisa anche nel formare i batoli, e le platee de' nostri Ponti (le quali per lo più in oggi non superano, ma tanto, o quanto restano inferiori all'infimo livello dell'Estate) ci dimostra chiaro tal alzamento del fondo, il quale anche maggiore apparirebbe per esse platee, se quando è convenuto ristaurarle, e rifarle, si fosse potuto mantenerle esattamente all'antica bassezza, e se 'l Callon grosso de' foderi, e le Calle delle Mulina di sotto non cooperassero a conservar dentro questo letto un canale più profondo, il quale, in acque basse, fa scoprire le più alte platee sotto 'l ponte di Rubaconte; e se finalmente le piene, in passar più rapide per l'angustia degli archi, non tenessero quelle scariche di greto.

Ma se alcuno vi è restìo in ammettere il tacito progresso di questo alzamento, rivolgasi ad osservare lungo Arno quanto le strade sieno superiori all'altre, che le son dietro, e quanto le case (quelle però, che non sieno state ammodernate) co' lor piani terreni scendano sotto 'l piano de' predetti lastrichi separantile da Arno; e troverà, che molte vi hanno per Cantine le Camere terrene antiche; e pure una volta i terreni delle medesime Case dovevan tutti verisimilmente salire, come salgono quelli delle più nuove, e delle ristaurate, e come nell'antico salivano per molti gradi quelle Chiese tutte, nelle quali

oggi

Digitized by Google

oggi ſi ſcende. L' iſteſſo vien confermato da' laſtrichi ſepolti, de' quali parla Gio: Villani, e Don Vincenzio Borghini, e dagli altri, che ſi van ritrovando di tempo in tempo dentro la Città in occaſioni di varj ſcavamenti, come (allegando ſolo alcuni degli ultimi, che mi ſon noti) avvenne l' anno 1667. in Via, detta il Garbo, dietro alla Chieſa di S. Romolo, ſcavandoſi a piè del Palagio, che fu già di Meſſer Gherardino di Ulivieri de' Cerchi, il quinto degli otto avventurati Fratelli della Beata Umiliana, dove alle braccia nove e mezzo ſotto quello, che ora ſi calpeſta, fu ſcoperto un groſſiſſimo laſtrico, e di più una gran fogna murata ſotto di eſſo, ma però inutile affatto, e diſmeſſa; e circa a tre anni dopo, vicino alla Loggia de' Gherardini, riſondandoſi l' antichiſſima Caſa di S. Zanobi, che rimaſe reſtaurata nel 1672., ſe ne incontrò pur un altro alle ſette braccia, e tre altre braccia più ſotto anche 'l terzo. Un altro parimente, ventidue anni ſono, profondo due braccia, nello ſcavare fuor di queſto Tempio di S. Giovanni, davanti alla porta del fianco riguardante la Canonica. E per ultimo, tralaſciandone cent' altri, uno trovato in queſt' anno alle cinque braccia nel fortificare i fondamenti alla Chieſa di S. Benedetto preſſo al Duomo, la qual ora ſi va riducendo a Guardaroba, ed Archivio per la nuova Opera di queſta inſigne Cattedrale, in luogo della vecchia già deſtinata dalla pia, e magnanima beneficenza dell' A. V. per la futura fabbrica del nuovo Seminario.

Queſte diverſità d' altezze di laſtrichi ſotterrati ſon contraſſegni evidenti, che la Città ſia ſtata rialzata più volte; ma, a parer mio, non ſempre in occaſione delle rovine, ed incendj ſeguiti, come alcuni han tenuto, ma talvolta per non vi poter più ſoffrire i frequenti trabocchi delle piene, ed i lor ringorghi per fogne delle corti, ſtrade, ed orti, le quali, per cauſa della ripienezza d' Arno, non vi avevano più caduta, e dando indietro, empievano le cantine, e tenevano umidi i piani terreni.

Quì non oſtante sì numeroſe riprove mi ſi replica da chi nega, che naturalmente il letto d' Arno ſi riempia, che queſto diſorbitante alzamento dentro la Città è proceduto dall' alzamento della Peſcaja della Vagaloggia, ed è andato di pari con quello, e che ſe queſta foſſe

ſtata

Digitized by Google

ſtata ſempre fiſſa, anche 'l fondo del fiume ſarebbeſi conſervato alla medeſima baſſezza, ſoggiugnendomi, che per natura, fra una peſcaja, e l'altra, l'acqua corrente s'accomoda il letto con un ſol pendìo diſteſo in retta linea, e tale ſempre ſe lo conſerva col condurre al mare tutto quello, ch'è ſopra tal corda. Or io, che non voglio contendere, gli concedo per ora, ed ammetto ciò, ch'ei mi adduce; ma tutto queſto ſuo detto prova appunto l'intento mio. Imperciocchè porghiamo, che la predetta peſcaja foſſe una volta più baſſa d'oggi, per eſemplo, quelle otto braccia, per quanto il preſente laſtrico di lungo Arno torna ſuperiore al pavimento delle camere terrene antiche divenute cantine; ora s'ella ſerviva in que' tempi per le mulina, convien pure, che anche allora ella foſſe circa tre braccia ſuperiore al letto d'Arno per di ſotto, affinchè l'acqua aveſſe caduta valevole a dar moto alle ruote; ma io mi contento di due; ſicchè dieci braccia almeno dovrebbe eſſer oggi la ſommità di detta peſcaja ſuperiore al piano del letto d'Arno quivi a piè di eſſa; ma ella non ne è ſuperiore più che tre, anzi in oggi aſſai meno; adunque le ſette braccia, che mancano, mancano dalla parte di ſotto; e però quivi il letto s'è alzato di più dentro a queſto tempo le medeſime braccia ſette: ma per detto dell'oppoſitore, da peſcaja a peſcaja il letto d'Arno ſta diſteſo con una ſola pendenza in linea retta (il che poi veramente non ſegue nè in queſto, nè in ſimil altro torrente, che porti, e laſci materia, ſerpeggi, urti, e corroda, ec.) adunque dal piè di queſta peſcaja della Vagaloggia fin alla ſommità, per eſemplo, di quella del Callone, dove è la Dogana (ſuppoſto che queſta non ſia ſtata mai rialzata) ſi ſarà creato un ripieno del letto d'Arno in forma di priſma, o volgarmente parlando, di bietta, groſſa da capo ſette braccia, e da piè ſmuſſata, e ridotta a nulla. Adunque Arno in queſto tratto s'è rialzato ragguagliatamente per la metà delle braccia ſette, cioè tre braccia, e mezzo; il che è contro al parer di chi non ammette in alcun luogo d'Arno il riempimento. Se dunque a non alzar punto la peſcaja del Callone, il letto fra eſſa, e queſta della Vagaloggia ſi è così notabilmente sollevato, non vi è ragione, per la quale un proporzionato alzamento ancora, in forma di priſma, o di bietta, non debba eſſer ſeguito fra quel-

quella di S. Niccolò, e questa anche quand'ella non fosse stata mai sollevata: ma ella si è posta oggi più alta otto braccia; adunque, dopo essersi ripieno in forma d'un secondo prisma, o bietta rivolta al contrario, quel voto fra'l piè della pescaja di S. Niccolò fin alla sommità del predetto alzamento di pescaja della Vagaloggia, sopra di essa seconda bietta se ne sarà creata una terza, rivolta col grosso alla pescaja di S. Niccolò, e collo smusso terminante alla sommità dell'altra di sotto: anzi tal ingrossamento di terza bietta si sarà fatto tanto maggiore a proporzione di quel della detta bietta lasciata fra la Vagaloggia, e'l Callone, quantochè in questo tratto Arno scorre assai più sgravato di materie grosse, che fra queste due nostre pescaje di Firenze: sicchè colle stesse ragioni di chi nega il riempimento del fiume quì dentro di necessità si conclude, ch'e' si riempie. Ma chi sarà così poco accorto, il quale al solo sentirsi dire, che il letto dentro Firenze si sia alzato, perchè prima sia stata alzata questa pescaja della Vagaloggia, non argomenti subito un necessario, e naturale riempimento di tutto'l letto d'Arno? Essendochè non altro che questo ripieno dalla parte di sotto, il quale riduceva immacinanti i mulini, poteva dar impulso a quell'artifiziale alzamento; onde non potendo negarsi la ripienezza di sotto, quella di sopra ancora dovrà concedersi.

Fra tali angustie di dover confessarla mi sento di nuovo obbiettare, che a tal ragguaglio il rimanente canale verso Signa dovrebbe a quest'ora vedersi superiore, o al pari della pianura, per dove e'passa. Quì parimente io rispondo, che ciò è anche verissimo; ma sol però di quel Paese mantenuto difeso con argini da'trabocchi d'Arno, essendochè poco più alto del piano di questo si trovi in oggi il Paese di Brozzi, di Quaracchi, di Lecore, di Mandri, di Vellari, dell'Ormannoro, e d'altri luoghi all'intorno, sopra a'quali non possono estendersi i sopraddetti trabocchi, se non in caso o di straordinarissime piene, o di rotte de'medesimi argini, o per mancanza delle porte de' loro scoli, destinate a impedire i ringorghi del medesimo fiume. Non così è avvenuto de'terreni confinanti ad Arno posti fra esso, e gli argini, i quali partecipando spesso delle deposizioni delle piene, che vi sormontano, si sono andati anch'essi alzando in parte, e colmando, e

per

per tal causa non si è renduto tanto sensibile l'alzamento dell'alveo da quì a Signa, come lo dimostran bensì le steccate vecchie, che quanto più antiche sono, tanto più basse vi si ritrovano; e pure nel fabbricarle furon lasciate molto superiori al piano universale del fiume d'Arno, il quale s'è così alzato, che dentro al tempo di 50. anni, da che fu fabbricata la mina sotto Mugnone per mandar l'acqua d'Arno dalle mulina del Barco a quelle di Petriolo, ha obbligato Mugnone stesso, che vi entra, ad alzarsi tanto, che le soglie de'risciacquatoi, state murate allora superiori al fondo del fiume, vi sono adesso per più d'un braccio, e mezzo sepolte.

Per l'accennato effetto del continuo colmarsi i terreni disarginati, fui sempre di parere non doversi con arte avara abusar de' beni della prodiga natura, ed esser molto miglior governo ricevere, che escludere l'inondazioni de' fiumi, le quali col fior di terra, e grassume alzano, e bonifican le campagne. So ben, che 'l ridur questo alla pratica, dove non s'interponga la provida autorità del Supremo, si rende quasi impossibile per la strettezza del paese diviso in tante porzioni, possedute per lo più da Padroni di voleri disformi da que', che quivi, o altrove godono possessioni maggiori, a' quali di poco danno sarebbe il tenerne alcune esposte per qualche tempo alle colmate del loro fiume vicino.

Di quì in particolare è accaduto, che le campagne sopra di Pisa si trovan oggi per tante braccia inferiori alle ripe d'Arno, e per tante più braccia alle sommità de' lor argini; nè altro rimedio v'è per esimerle da soggezione sì miserabile, che il pigliare a colmarle con Arno stesso, ma con ordine, regola, modo, e ragione. Di quì similmente è seguito, che le pianure più basse, circostanti ad Ombrone, ne' territorj delle Città di Firenze, e di Prato, e parte ancora di quella di Pistoja si sono estremamente infrigidite; poichè essendosi i Paesani industriati sempre di tener per tutto (benchè assai male) arginato Ombrone, e gli altri fiumi, che vi concorrono, ed avendo così sdegnato di questi le torbide, nel continuo alzarsi de' letti quelle pianure si son rimaste nella lor antica bassezza, e per conseguente i proprj scoli camperecci han perduto in essi letti parte di quella caduta, che per l'innanzi tanto maggiore vi avevan dentro.

All'

Digitized by Google

All' alzamento di questi letti han cooperato le cagioni universali, e comuni ancora agli altri fiumi, e vi ha concorso di più la ripienezza del letto d' Arno sotto la bocca d' Ombrone, seguita o pel continuato getto delle scaglie di quelle cave (il quale non può esser che dannosissimo) o per la sopravvenenza delle materie di sopra, o per la diminuzione del declive dal detto sbocco a quello d' Arno nel mare (come appresso dirò) o per ciascuna di queste cagioni insieme.

Che Arno dallo sbocco d' Ombrone in giù si sia ripieno, lo riconobbi patentemente dal primo ponte d' Ombrone stesso, chiamato di Riboccatura, distante dal medesimo sbocco a retta linea intorno ad un mezzo miglio; essendochè i fianchi, e la pila con parte de' suoi due archi erano restati immersi nel greto, nè vi era quasi più luce; e pur in antico dovean quegli aver molte braccia di sfogo. Nè si può dire, che ciò fosse avvenuto per ostacolo traverso, perchè niuno ve n'era fra esso, ed Arno; che però avendomi onorato l' A. V. S. di deputarmi, già sono quattordici anni, alla sopraintendenza della bonificazione de' territorj suddetti, fui di parere, che fra molte altre operazioni, dopo che si fosse svoltato a seconda d' Arno il detto sbocco d Ombrone, che vi entrava con direzione contraria al corso di quello, si demolisse affatto esso ponte di due archi già acciecato, e vi se ne facesse un nuovo d' un sol arco sull' andare de' tre altri di sopra competentemente sfogati, come dopo la svoltatura predetta ultimamente si è fatto sul modano lasciato dall' Architetto Silvani, cioè un arco appunto fermo, impostato su' nuovi fianchi superiori al presente fondo d' Ombrone cinque braccia, con braccia quarantasei, e tre quarti di vano, con sfogo, o rigoglio di circa braccia dodici, e largo di volta braccia dieci, e col quale ho preteso di dar libera uscita alle piene d' Ombrone, le quali dal vecchio ponte sotterrato venivano trattenute. E perchè alla struttura di questo nuovo si richiedeva l' elezione di un sicuro, e comodo sito, mi è stato necessario cavalcare con tal passo oltre al fiume d' Ombrone quello ancora del fiume Arzana, e così fare due archi nuovi di pianta, cioè il sovraddescritto sul primo, e sul secondo l' altro congiuntogli, al quale dovendo io pur dare qualche centinatura (tralasciata ogni altra delle praticate finora dagli Architetti) mi son volentieri preso l' arbitrio di conferire, senza aumento

di

Digitized by Google

di spesa, una mai più veduta, nè mai più stata in opera, quale è quella d'una tal curva linea, nominata Cicloide primaria, inventata, o vogliamo dire avvertita, prima che da alcun altro, dal perspicacissimo de' Lincei, splendore di questa patria, ed onore della Toscana, il quale col suo speculato, non già copiato Occhiale ebbe accortezza, e vigore di scoprire, e distinguere fra innumerabili Stelle sparse nell'immensità de' Cieli le amabilissime luci dell'Augusta Prosapia di V. A., come cara prole di Giove il benignissimo de' Pianeti. Nè senza opportunità ho eletto questa curva per centina, perchè l'istesso inventor Galileo, mio riverito Maestro, la giudicò creata in servizio, ed uso de' ponti.

La generazione di questa centina è così facile, pronta, e sicura, che ella con tratto continuato si vede sorger nella faccia piana d'un muro dal segno, o sgraffio, che vi fa sopra una corta punta di chiodo, fermata alquanto in fuori nell'estremo lembo di qualunque perfetto cerchio combaciante esso muro, allorchè quella toccando terra, si vada questo così eretto con placido moto girando, finchè la medesima punta, dopo aver per la metà del giro sormontato alla massima altezza, e pel rimanente altrettanto calato, ritorni a toccar la terra. Così lo sfogo, o rigoglio di tal arco segnatovi, che agguaglia appunto il diametro del cerchio rotolato, è sempre poco men della terza parte della corda, o base dell'arco descritto, perchè questa è uguale precisamente al giro del medesimo cerchio, detto il genitore d'essa Cicloide, la quale per questo nuovo ponte d'Arzana ha voluto sotto di se una centina con braccia diciannove di ampiezza, con più di sei braccia di rigoglio, e su' fianchi al presente più alti del letto del fiume cinque braccia. Ed in vero tal arco riesce in opera, qual lo predicava il Galileo, grazioso molto, svelto ne' fianchi, e forte; e solo io considero, che per mala sorte del suo primo Autore questo non è goduto, come in luogo troppo riposto, e non praticato che di rado da chi sarebbe capace di giudicare della sua bellezza, e di comprendere la sua robustezza, tanto necessaria a tal sorta di fabbriche. E quanto alla spesa, per essere unita a quella per l'altro nuovo, e gran ponte sul fiume Ombrone, non è possibil distinguerla: solo mi è noto, che tutta insieme (quantunque ella sia per la maggior parte nascosa, come necessariamente impiegata senza risparmio, ne' fon-

damenti della pila di mezzo, e de' fianchi esterni, affinchè e' non cedano, e come occorse del ponte di Pisa, di que' sull'Evola, e di Dovadola, non abbia anche questo a risarsi da' muratori stessi, che vi hanno ora operato) non eccede scudi dodici mila, compresivi tutti gli altri annessi, e connessi di lunghe, alte, e grosse muraglie andanti, di sproni, lastrichi, selciati per nuova strada, ed altro, quando dagl'intendenti di simili fabbriche vien giudicata passarne ventimila; ma da me informatissimo dalla propria vista dell'operatovi senza fraudi nell'interno, e fuori, e consapevole di quanto sien costati alle Comunità altri nuovi ponti del feliciffimo Stato di V. A., può con verità asserirsi, che, a proporzione di quelli, la stima di questi due ponti con tutto il resto ne passerebbe ancora trenta mila: e questo così gran risparmio (giacchè l'A. V. S. gradisce, che venga fatta giustizia a chi ella è dovuta) mercè individualmente all'intelligentissima avvedutezza del Cavaliere Pier Francesco Borgherini, deputato dalla somma prudenza di V. A. Sopraintendente generale all'economica, e fedele esecuzione di tutti i lavori da me proposti per Ombrone, e suoi scoli in ciascuno de' territorj sopraddetti; a talchè questi sì rilevanti benefizj, che l'università dell'imposizione, non solo senza aggiunta d'aggravio, ma con suo tanto vantaggio, va provando dall'assidua vigilanza di questo abilissimo Cavaliere, dovrà il medesimo universale riconoscerli in tutto dalla purgatissima elezione dell'A. V., e dovrà ad esso ancora professar non piccole obbligazioni.

Ma tornando ad Arno, altro infallibile contrassegno dell'essersi alzato il suo letto sotto Ombrone lo riconobbi dalla Pescaja del mulino di Riboccatura, la quale contuttochè fosse stata più volte rialzata sopra la prima struttura, fu trovato da me nell'Estate del 1678. esser ella interamente sotto l'acqua circa ad un quarto di braccio; e pure è necessario, che nell'ultimo rialzamento, di cui non mi è noto il quando, ella ne fosse superiore almen almeno un braccio, e un terzo, affinchè ella avesse tanta caduta da mantenere il mulino macinante: sicchè ne viene per necessità, che quivi il letto d'Ombrone dall'ultimo ignoto alzamento di essa Pescaja murata fin al detto anno 1678. si fosse alzato almeno braccia 1. 11. 8.

E quando pure si voglia anche di ciò precision maggiore (col dar di

di più ogni vantaggio a chi negasse questi alzamenti de' letti) sappiasi, che dal Cavalier Raffael Carnesecchi, già Provveditor della Parte, il quale a mezzo Decembre 1613. di comando di quella Serenissima Altezza visitò anch'esso, con l'altre Pescaje di Ombrone, questa di Riboccatura, ella fu trovata un terzo di braccio più alta del pel dell'acqua di sotto al piè della medesima; e che poi da me, quasi sessantacinque anni dopo, cioè nel principio di Settembre 1678. ne fu trovata più bassa un quarto di braccio: sicchè ammesso, che dentro a questi anni la Pescaja di muro non fosse stata più rialzata (il che si nega), che l'acqua dell'Inverno del 1613. non fosse punto più alta di quella dell'Estate del 1678. (il che pur non segue, perchè quivi vicino ad Arno ell'è almeno più alta un braccio in quella stagione, che in questa), non ostante ciò è forza concludere, che almen almeno tal letto negli anni sopraddetti si era rialzato poco meno di tre quinti di braccio; che se vi si aggiugnerà la differenza dal pel dell'acqua dell'Inverno a quel dell'Estate, si vedrà, che quivi, dentro al tempo predetto, il rialzamento del fondo d'Ombrone s'accosta alla suddetta misura di un braccio, e mezzo; e perchè e' si regola coll'alzamento del fiume d Arno, nel quale egli entra, verrà provato insieme l'alzamento dell'uno, e dell'altro letto, e per conseguenza la diminuzione della caduta all'alveo d'Ombrone da Riboccatura in giù; il qual naturale effetto aveva dato ardimento a' mugnai, che tenevano questo, e gli altri due mulini di sopra, di aggiugner tavole sopra tavole a' muri delle Pescaje, e tali alzamenti soprammodo eccedenti i segni affissi, e conceduti loro per grazie speciali de' Sermi Predecessori, avevano cagionato il riempimento del restante del fiume per di sopra, toltogli quasi tutta la sua caduta, e levatala ancora per conseguenza agli scoli delle pianure, il fondo de' quali era divenuto assai più basso di quello di esso Ombrone.

Di quì è, che (dovendo io eseguire i riveriti comandi dell' A. V. di riconoscer que' fiumi, ad oggetto di proporre i rimedj più opportuni, validi, e pronti per render la natia fertilità alle campagne circostanti ad Ombrone) fui obbligato a proporre all'A. V. la demolizione non solo di tutte le sopracchiuse di tavole poste sulle pescaje murate de' primi tre mulini di Riboccatura, de' Castelletti, e delle Navi, ma quelle ancora

Digitized by Google

cora delle ſteſſe peſcaje di muro, ſtante averle riconoſciute in fatto d' evidentiſſimo pregiudizio, e danno a quelle campagne pel ritardamento, che arrecavano così alte traverſe allo ſcarico delle piene d'Ombrone, e di tutti gli ſcoli delle dette pianure. E per venire a' particolari, trovai, che la prima peſcaja colle ſole ſue tavole teneva allora Ombrone in collo intorno a braccia uno, ed un quarto: la ſeconda, compreſevi le tavole, e il muro, qualcoſa più di due braccia; e la terza colle ſole tavole altrettanto, cioè in tutto cinque braccia, ed un quarto. Riconobbi in oltre, che il primo mulino s'era già, di tre anni, e mezzo indietro, ridotto immacinante, eſſendo reſtato ſenza fittuario, e ſerrato fin dal primo di Novembre 1674., ancorchè i ſuoi tavoloni eccedeſſero per tre quarti di braccio il ſegno dell'altezza conceduta gli nell'Eſtate. Oſſervai di più, che nel doverſi far ridurre le ſopracchiuſe degli altri due mulini a' termini permeſſi ne' meſi eſtivi, conveniva levare a quello de' Caſtelletti un braccio di tavole, ma che gli reſtava di caduta, dal pelo di ſopra al pelo di ſotto, un ſoldo ſolo più d'un braccio, e che al terzo delle Navi conveniva levare di tavole (come ſuperiori al ſegno pur dell'Eſtate) un altro braccio con cinque denari più, ma che gli rimaneva di caduta da pelo a pelo un ſolo braccio con un dodiceſimo. E conſiderando con queſte palpabili notizie di vero fatto, che il primo mulino con tutto il ſuo eccesso nell'altezza delle tavole ridottoſi immacinante non rendeva più frutto a' Compadroni, (fra' quali uno, e per la rata maggiore ne era l'A. V.) e che nel far ridurre gli altri due a' termini eſtivi ſtatuitigli con un ſol braccio di caduta, che reſtava loro, non avrebbero potuto nemmeno in quella ſtagione macinare, e molto meno nell'Inverno, quand'erano tenuti levare un quarto di braccio di tavole; moſſo perciò dalla comune, e naturaliſſima regola di ragione, che quel, che non giova punto a ſe ſteſſo, e nuoce in immenſo all'univerſale, ſi debba tor via, ſtimai allora, che non ſi potendo, nè eſſendo più dvere (quando il letto d'Arno, o d'Ombrone s'era tanto rialzato) concedere ad alcuno di queſti mulini alzamenti nuovi di muro, o di tavole ſopra il piano de' predetti ſegni, e molto meno permettere la continuazione dell'uſo di tali alzamenti ſuperchj, per eſſer allora dette peſcaje, in qualunque ſtato ſi voleſſero comportare, troppo pregiudiciali,

Digitized by Google

ciali, e dannose alle strade, e beni tutti di quelle campagne; stimai, dico, esser venuto il tempo, che ogni grazia ottenuta di fabbricare sull' Ombrone queste tre pescaje murate, fosse di sua natura spirata, come solita sempre concedersi senza pregiudizio del pubblico, e del privato; e proposi perciò all' A. V. S. doversi tutte tre demolire affatto, come (precedente l' approvazione della medesima A. V.) rimase il tutto eseguito. Se poi il medesimo universale dell' Imposizione, o chiunque altro si sia, fosse tenuto, o no a rifar la valuta di esse pescaje, o a ricompensarsene la rendita, per non esser tali cose di mia inspezione, mi rimisi in tutto a quanto da' sapientissimi Giudici delegati già dall' A. V. venisse dichiarato esser di giustizia.

L' effetto in sostanza si è, che dopo la rimozione delle sopracchiuse, e la demolizion di gran parte de' muri di queste tre pescaje, si vede il letto d' Ombrone essersi profondato molto con le piene, gli scoi delle pianure avervi ricuperata la lor caduta, e 'l benefizio di queste da tutti gli spassionati esser conosciuto, e confessato evidentissimo, a comparazione del passato; poichè que' terreni, che in tempo di certe altezze di piene d' Arno, e d' Ombrone insieme, stavano sott' acqua tre giorni, oggi in meno d' uno ne restan liberi. A persuadermi, che così dovesse succedere, non mi convenne ricorrere nè all' astrologia, che io abborrisco, nè alla Matematica, o alla Geometria, che io venero, essendochè anch' ogni indisciplinato, e grossissimo uomo sappia, anzi naturalmente conosca, che rimossi da un fiume tutti gl' impedimenti traversi, artifiziali, e contro a natura, importanti qui in Ombrone cinque braccia, e un quarto, nel breve tratto d un miglio, e mezzo, a retta linea da Riboccatura alle Navi, le campagne ad esso adjacenti, le quali prima ne restavano suffocate, e morte, debbono per necessità respirare, e tornar in vita.

Non vi sia dunque chi attribuisca la cagione di questi danni al non aver Ombrone caduta in Arno, perchè, riguardata la sua caduta intera, ve l' ha tuttavia considerabile; ma questa a parte a parte gli era stata usurpata dalle predette pescaje, e sopracchiuse, la quale ora, essendosi tolte queste, vi ha esso ricuperata, e coll' essersi affondato 'l letto sotto 'l piano della campagna (mentre e' n' era tanto superiore) questa

in oggi non ha da aspettar più così lungo tempo, che le piene d'Arno finiscano d'abbassarsi, scolando esse in Ombrone, come ho detto molto più anticipatamente di prima.

Quanto al ringorgo d'Arno su per Ombrone, tenuto anch'esso, in tempo di piene dell'uno, e dell'altro fiume, colpevole de' trabocchi, e delle rotture degli argini del medesimo Ombrone; chiunque ha fior di cognizione in simili affari, affermerà meco esservi modi sicuri d'impedirle; e ciò colla formazione d'argini tanto potenti, e tanto superiori alle massime altezze d'Arno, che 'l vaso d'Ombrone, rimanente sopra di quelle, sia capace ancora delle proprie massime piene: e per far ciò non altro vi si richiede che terra, coll'abbondanza della quale, ben adattata con larghe banchine, e con distesissime scarpe, si sfuggono tutti que' danni, che dalla soprabbondanza dell'acque sogliono provenire.

Questo arginamento, e allargamento universale d'Ombrone è la più importante delle operazioni, che rimangon da farsi quasi per tutto 'l territorio Fiorentino, compresovi lo spuntare, e 'l tagliar i gomiti, che impediscono 'l corso dell'acque; il riempiere, e l'armare con perpetui ripari di forti sassaje i contraggomiti opposti, acciò più non s'incavino; lo stabilir con muri tutti i passi, e callaje, che danno occasione di rotture; il sollevar i due archi più bassi al Ponte di Tigliano, e quelli de' ponti chiusi sulla Stella alla Casa nuova, e alla Puce; l'arginar prontamente a sinistra il fosso d'Aiolo, per porre al coperto quella gran campagna verso Firenze, siccome da ciascuna parte la Stella, ed altri minori scoli, in occasione d'addirizzarli. E tutti questi lavori, se 'l danaro fosse pronto, si terminerebbono francamente dentro due anni; ma il cominciar l'arginamento per non poterlo continuar senza interposizione, sarebbe un esporlo a manifesto pericolo di mal esito, e con la tardanza a porre in opera quel che manca, si altera, e guasta l'operato, la spesa s'aumenta, e tutta l'armonia di tanta riparazione si sconcerta; nel resto, or che son fabbricate le porte a molti degli scoli, alcuni di questi sono scavati, le tre pescaje nocive son demolite, il ponte di Riboccatura è rifatto, la massima delle svolte d'Ombrone s'è addirizzata col taglio, e si è voltato a seconda d'Arno il corso di esso Ombrone; facendosi quanto sopra, sarebbe da sperarsi

rarsi

rarsi di veder col Divino ajuto sanati per lungo tempo i territorj di esso fiume Fiorentino, e Pratese; purchè dipoi da que', che ne fosser tenuti, non si mancasse di vigilanza continua in mantenere i travaglj di terra fatti, e da farsi in quel buono stato, nel quale e' saran lasciati.

Per quel che poi s'appartiene al territorio Pistojese, è vero, che per consenso del tanto operato, e da operarsi nel Fiorentino, quello ancora ne sentirà grandissimo giovamento, per causa in specie sì del non aver più gli ostacoli inferiori della gran svolta addirizzata sotto 'l ponte dell'Asse, e di quelle tre pescaje così alte; e sì perchè di queste non resta oggi in piede altra che quella detta del Mulin nuovo, la quale è appunto come se non vi fosse (mediante quell'ampio sdrucio di Callone fattovi nel mezzo da imo a sommo, dove adattò le porte il Maestro di Campo Alessandro Maglí, le quali son tenute aperte in tempo di piene); ma ciò non ostante quel territorio ha necessità di far tutti que' lavori de' nuovi archi de' ponti affogati, e di allargamento, votamento, e arginamento d'Ombrone, e suoi scoli, proposti pur con altra mia particolar relazione all' A. V. in data de' 22. Dicembre 1678., e dalla medesima A. V. approvata, con l'altra pel Fiorentino sin ne' *6*. di Maggio 1681. Poichè se si tralasciassero questi lavori (oltrechè 'l Fiorentino non anderebbe esente da' danni, che e' prova per i trabocchi, e rotture, che vengono da' fiumi, e dagli scoli del Pistojese, e perciò gli sarebbero infruttuose le tante spese fatte, e da farsi) il medesimo territorio di Pistoja nelle stagioni piovose continuerebbe a patirne i soliti disastri.

Tale è il mio ingenuo parere, che in tal congiuntura ho voluto, per debito di buon suddito, ridurre alla memoria di Vostra Altezza, affinchè possa ella, così piacendole, comandare di tutto in ciascuno de' territorj suddetti l'esecuzione, prima che l'eseguito finora con tanta spesa si renda invalido.

Ma tralasciata sì lunga digressione, benchè non in tutto fuor del mio assunto, e ripreso questo colà dov'io l'interruppi, non è dunque, al giudizio mio, e di que', che lo provan con loro pregiudizio, da mettersi punto in dubbio un perpetuo riempimento del letto d'Ar-

no; il quale non segue già, come evidente si scorge, per uniforme altezza in universale, nè per tutta la larghezza del medesimo letto, non potendo ciò mai avvenire ne' torrenti, che pregni di materia grossa son forzati a deporla per via or da una parte, or dall'altra, quà in maggiore, e là in minor copia, ed a crearsi, e mantenersi in qualche luogo un canale serpeggiante, e continuato più profondo che altrove per lo scarico dell'acque basse, e perenni; il qual canale non si riempie, o si rialza a gran segno, quanto fa 'l resto del letto, di cui ben concedo ancora, che l'alzamento, e 'l riempimento non segua, che a poco a poco, ed il più del tempo per insensibile, ma però e' segue, e m' obbliga l'esperienza a non ammetter per ragioni quelle di chi tiene in contrario. Questo occupamento di vaso, e di continente dà causa alle piene di procurarsi il luogo perduto dentro le ripe più deboli, donde ne seguon le corrosioni, e lunate; e di scorrervi ancora più alte, donde n'avvengono l'inondazioni.

Io non son già sopra questo affare cotanto spericolato, nè insieme così imprudente, ch' io pretenda di trasfonder nel animo intrepido di Vostra Altezza alcun spavento; nè meno son per insinuarle, che tardando ad opporsi a tal pernicioso accidente, fra cinquanta, o cento anni al più questa Città abbia a divenire una Mantova, o una Ferrara, e le pianure delle Valli d'Arno (oggi tanto fertili, e popolate) abbiano a ricoprirsi d'acque, e convertirsi in cubili di Ranocchi, o di Pesci; poichè per Divina provvidenza l'umana industria saprà conservare il tutto per più tempo assai, al quale io non penso di ritrovarmi. E piacesse a Dio, che le Valli migliori della Toscana, e questa d'Arno in particolare fosse così rimota dalle devastazioni a causa delle soprabbondanti piogge, e per l'aggiunta d'acque insolite, ed indovute riceversi, quant'ella n'è lontana per cagione di questi assidui sì, ma lentissimi riempimenti. E' ben vero, che (nella guisa, che s'è fatto sempre, e come per necessità far si dee ne' Paesi angusti circondati da monti, ed assaliti da molti fiumi, e torrenti a ridosso) si richiederà anche sempre maggior attenzione, e spesa a difendersi da' malori, che apportano i medesimi rialzamenti; che perciò l'applicare anticipatamente a impedirli non è che da provido, e da prudente.

Ora

Digitized by Google

Ora lo ſtraordinario agumento di queſti dannoſi effetti fa ſuppor-lo tale altresì o in una, o in ciaſcuna delle due cauſe primarie, che li producono: la prima procedente dall' infima parte d' Arno, dove e' laſcia il continuo tributo delle ſue acque: l'altra dalla ſuprema, per dove eſſo in paſſare ſe ne va ingroſſando. Se la prima venne agumentata dall'arte, come tengono molti, coll'aver circa a cento anni ſono voltato a vento più nocivo lo sbocco del medeſimo Arno nel mare, ſarebbe facile il porgli termine col ridurlo al primiero ſtato, mentre non oſtaſſero a ciò intenzioni di maggior premura. Ma ſe la natura non foſſe interamente colpevole, in guiſachè dall'impeto de' venti contrarj al corſo d' Arno gli ſi andaſſe perpetuamente interrando la bocca, e perciò prolungando 'l letto dentro quegli Scanni, Banchi, Dune, o Cavalli di rena, che vi ſi creano; queſto accreſcimento di cauſa ſarebbe inevitabile, ed in tale allungamento di corſo (conghietturato da' riſcontri, che ve ne ſono, eſſerſi diſteſo dentro al ſuddetto tempo a quaſi due miglia) converrebbe, che ſi diminuiſſe il declive ad Arno, e per conſeguenza la velocità, e la forza di ſcaricar la ſua terra, e la rena dentro al ſeno dell'iſteſſo mare; onde ſempre meno potrebbe Arno mantenere ſcavato il ſuo proprio letto.

Di queſta cauſa inferiore non è quì mio propoſito di trattare, rimettendomi a ciò, che in appartato Diſcorſo ne diedi ſcritto all' Altezza Voſtra Sereniſſima molt'anni ſono con altro tendente a facilitar lo ſcarico d'Arno a pro della Città di Piſa, e delle Campagne ad eſſa adjacenti. Intendo bensì di diſcorrere dell'altra cauſa agente dalle parti di ſopra, la quale s'è renduta, e ſi renderà ſempre più ſenſibile mediante 'l gran diboſcamento, che in univerſale, contro agli antichi provvedimenti, è ſtato fatto delle Alpi, e de' monti, di quelli in particolare, che ſecondano il corſo d' Arno dall' Inciſa a Rovezzano (poichè dall' Inciſa in ſu fa gran ritegno alla materia del Valdarno di ſopra quel primo ſcoglio naturale, che vi è attraverſo), e mediante i tanti coltivati per lo più fatti con poco buon ordine dalle radici di eſſi monti fino alle cime, e ne' fondi delle valli, per dove paſſando le piovane, ſi formano i borri, i foſſati, i rii, i fiumicelli, ed i fiumi, che ſcendono in Arno. Queſte ſono le più patenti cagioni,

Digitized by Google

ni, che concorrono alla di lui ripienezza; poichè le piogge cadenti sopra que' monti spogliati di legname, coltivati, e smossi, non trovando più il ritegno della macchia, e del bosco, vi scorrono precipitose, e s' accompagnano colla materia di terra, sasso, e ghiaja, della quale e' son formati, e la conducono furiosamente nel fiume, il quale ingrossatosene assai più di quel che senz' esse e' sarebbe, le trasporta tant' all' in giù, quanto la forza della corrente può spignerle innanzi, abbandonando per via le più gravi, cioè quelle di mano in mano, che superan col proprio discensivo momento la violenza dell' impeto progressivo conferitole, e ciò a misura delle grandezze, e delle durazioni delle piene.

Assicuratici fin quì dell' esistenza del disordine, ed additatene brevemente le cause, passo alle proposizioni de' rimedj, i quali io non sono così presuntuoso, che io li dia per assolutamente potenti a liberar del tutto, e per sempre il fiume d' Arno da tale riempimento, ma validissimi al certo a sommamente diminuirlo, ed a prorogare per lunghezza di secoli que' pregiudizj, che molto prima, e di necessità proverebbono le campagne circostanti, e Firenze ancora, mentre in vece d' impedir coll' arte tali danni, si continuasse a permettere, che l' arte stessa fosse in ajuto della natura a farli divenir continuamente maggiori, lasciando col diboscamento, e colle coltivazioni non in tutto ben intese, e mal sostenute, indebolire, e snervare la consistenza della superficie de' monti e lontani, e prossimi ad Arno, che le veniva già conferita dalle radiche de' legnami verdi, e dall' erbe, per cui stava quella perpetuamente vestita, e consolidata.

E per tanto se l' affetto non m' offusca la mente, mi persuado, che appresso gl' intendenti in queste materie le seguenti mie proposizioni, che tendono al riparo di questi mali, non sieno per riputarsi immaginarie, o chimeriche, ma bensì reali, e vere, l' uniche, e sole, e tutte riuscibili in grande per questo fine, e già tutte si praticano, e riescono in piccolo per altri fini di minor conto: onde io spererei, che'l profitto delle seguenti operazioni (di cui non dubita nè l' egregio Scultore, ed Architetto di Vostra Altezza Gio: Battista Foggini, nè l' Ingegner Giulian Ciaccheri, nè altri Periti, a' quali già io le conferii)

ferii) fosse tanto più presto per riconoscersi, quanto più prontamente si desse mano ad effettuarle.

Solo rimane, che quando queste dalla somma prudenza dell' Altezza Vostra venissero approvate, e quando riputasse opportuno l' intraprendere una tanta impresa, adeguata in vero alla magnanimità del suo cuore sempre intento a colmar di benefizj il suo felicissimo Stato, comandi, che da que' Soggetti, che più atti giudicherà, intendenti di coltivazioni, e di ripari, ec., vi si applichi di proposito con attente ricognizioni, e visite de' luoghi stessi, per aver più precisa informazione del dove, come, e quanto, e con che spesa convenisse operare, la quale, a proporzione del benefizio grandissimo, io stimo tenuissima; e quando bene ella fosse per riuscire assai rilevante (se del predetto immenso profitto non si dubitasse) a parer mio non va punto attesa; nè per opere così vaste può mai atterrire l' animo Regio dell' Altezza Vostra, massimamentechè rigirandosi quel danaro per le mani de' suoi amatissimi Sudditi, e specialmente in sollievo di chi più ne ha bisogno, non passerebbe già in altro Stato; nel qual caso non vi sarebbe mai più speranza di rivederlo, non che di poter più rispenderlo.

Che se grande fu la spesa nell' ultimo rifacimento dell' antico muro di Varlungo, rovinato poc' anni avanti per mala cura, quel danaro pur non uscì di quà, ed indicibile fu 'l benefizio, che ne risultò in salvar con esso la più bella, e più feconda pianura, la più importante strada maestra, anzi la stessa Città capitale dall' incursioni d' Arno, il quale per centinaja di braccia era già uscito del proprio letto con deplorabile divastamento di quel piano, esposto allora con Firenze stessa all' indiscreto furore di quell' acque. Onde una tanta spesa in muraglie (le quali, come più volte ho proposto, si potevan con poco perpetuare) non è da pentirsi d' averla fatta, come è ben da dolersi dell' altra di maggior somma, che dentro pochi anni avanti era stata fatta per l' istesso Varlungo in più steccate, argini, e fossi, di che al principiar di quel muro nuovo non era più restato vestigio.

Venendo oramai ad esporre le operazioni, che dall' Incisa in giù io intenderei potersi porre ad effetto per troncare il progresso di tanto riempimento del letto d' Arno, dico esser mio parere, che (oltre al rinno-

rinnovare gli antichi bandi, e ridurre a più esatta osservanza le proibizioni del taglio de' boschi sull' Alpi) facendosi dalle valli laterali più prossime ad Arno, nelle quali di necessità si riducono tutte l' acque, che lo vanno ingrossando, in quelle sole dirupate, e sciolte, che avesser bisogno d' essere sostenute, (le quali di numero non sono infinite) si andassero dal piè de' lor fondi su su verso i loro principj disponendo, e fabbricando, in aggiustate distanze fra loro, più serre, o chiuse, o leghe, o traverse, che dir si vogliano, di buon muro a calcina, traforate da spesse feritoje, su larga pianta stabilmente fondate, e con grandissima scarpa al di fuori, con lor banchine, o platee, o batoli a' piedi, e con più riseghe, o pur gradi, dove fosse necessario, ridurle di tempo in tempo a maggior altezza, dopochè per di dietro si fossero rincalzate dalla materia, che l' acque naturalmente vi cordurrebbero, non convenendo farle di posta alte quanto vi vanno, per non l' esporre a rovina ec. La forma di queste serre per lo più dovrebbe essere in angolo, o arcuata, col convesso volto in dentro alla venuta dell' acqua, ed a zana, cioè alquanto più basse nel mezzo, che alle testate da fermamente incassarsi dentro le ripe.

Con tali serre verrebbe moderata la gran pendenza di quelle valli, ed in conseguenza frenata giù per esse la soperchia caduta dell' acque, e fermata perciò la corrosione dentro 'l suolo delle medesime valli.

Fabbricate, e rincalzatesi queste chiuse, si dovrebbe su per esse valli, in que' luoghi, dove già non fossero, far diverse, e folte piantate di boscaglia o da fuoco, o da taglio, la più appropriata alla qualità del terreno, e del sito, per distanza (di quà, e di là da' suddetti fondi, e chiuse) la maggiore, che possibil fosse occupare col minore incomodo de' possessori, ma almeno di braccia trecento per parte, avuto riguardo a' bisogni de' luoghi, alla grandezza delle valli, ed alle loro maggiori, o minori pendenze, tanto laterali, che andanti; provvedendo quì ancora, con pene, alla conservazione perpetua di tali boschi, i quali però debbano sempre restare a dominio de' lor veri padroni.

Ne' siti poi di tali valli, dove fossero per far prova gli ulivi, far pian-

Digitized by Google

piantare di questi più folti del solito in luogo di bosco, ma delle qualità, che provassero più nel paese, e che soddisfacessero a' proprj padroni, e con proibizione parimente di sollevare il suolo fra essi ulivi, fuorchè dentro al circuito delle solite lor muricce, affinchè il rimanente del suolo ricopertosi d'erbe, e ridottosi a prato, e pastura, vi continui stabile, e fermo.

Non comprendo già fra le dette valli rispondenti in Arno le coltivate a viti, ed a frutti, perchè io le suppongo elette a ciò, come più ferme di suolo. E' ben vero, che queste coltivazioni richieggono quasi tutte moderazione, per esser per lo più fatte secondo la pendenza maggiore del monte, senza ritegno di spessi muri attraverso, o in tralice, senza acquidocci, o così radi, e mal situati, che giù per essi l'acque piovane conducon seco quel poco buon terreno, che vi era, allorachè il monte, o'l colle fu diboscato; onde questo ben presto ne divien come scheletro, e le coltivazioni, rimanendo scalzate, vi si disperdono.

E perciò io non intesi mai per qual ragione l'industria degli abitanti, al diminuirsi la negoziazione, allorchè pretese di render più fruttiferi i proprj fondi boscati, non si applicasse piuttosto alla coltivazione degli ulivi in assai maggior copia di quel che fece; mentrechè quasi tutto 'l suolo de' mezzani monti, e de' colli, de' quali consta per lo più la Toscana, è amico di questa pianta, e 'l Cielo, e 'l clima non le è nemico, anzi nella parte maggiore le è sommamente benigno, e mentre, fuor della prima spesa nelle fosse, o nelle formelle, questa sorta di colto ne richiede poc'altra, e la vite la vuol grande, e continua. Conveniva bensì, che nel far questi uliveti dove erano prima i boschi e' si fossero contentati di non voler ritrarre da quei fondi, oltre all'olio, anche 'l vino, le frutta, i frumenti, e le biade; vedendosi in molti luoghi, che per desiderio d'aver tutto, in breve tempo han perduto il tutto: conciossiacosachè quel terreno, che bastava a nutricare, e tener vive le piante del bosco, ed il quale dalle folte barbe di quello era trattenuto, nell'averlo poi ogni anno sollevato si è più facilmente ricotto da' ghiacci, e dal Sole, e colle piogge se n'è andato pe' fossati a riempire i fiumi: onde i coltivati ancora se ne son iti; il che non sarebbe avvenuto,

nuto,

Digitized by Google

nuto, se fatta con buon ordine, e in distanze debite la posta de' piantoni, o degli uovoli, allevati questi, e posti in sicuro, ed armati con larghe muricce attorno, ripiene di buona terra, avessero lasciato incolto il rimanente di quel terreno, e ridottolo a pascoli: poichè in oggi, oltre alla maggior copia de' latticinj, e del bestiame, si abbonderebbe tanto di così prezioso liquore, che potrebbesi largamente permetterne l'estrazione col provvederne gli estranei, che ne mancassero, per riceverne tanta moneta, o per barattarlo in alcuna delle mercanzie, di cui noi fossimo privi. E di questi profitti ne godrebbe adesso non tanto 'l particolare, che l'universale, e lo Stato tutto in riguardo alla copia tanto maggiore di tali grasce. Ma tornando a' ripari:

In quelle valli poi, le quali fra l'altre, che sboccano in questo fiume, fossero spogliate di piante, e consistessero di nudo sasso, e ghiaja, e dove o per tal causa, o per esser troppo larghe, non francasse la spesa a farvi simili serre, o non vi si potesse far piantata di sorta alcuna per ritener quelle materie già smosse, e che di continuo si smovono, e scendon coll' acque, propongo di eleggere giù nel basso un competente spazio piano della peggior qualità, che vi sia, da pagarsi il giusto prezzo per tenerlo sempre arginato all'intorno, acciò serva di scaricatojo, dentro al quale esse materie possano comodamente deporsi, e l'acque sgravatesene, e perduta quivi la forza, escano depurate da quel chiuso a condursi men rapide, ed in minor altezza per sufficiente canale dentro al letto d'Arno. E questi tali chiusi non resterebbero infruttuosi, poichè vi si farebbono dentro tante alberete, le quali, a'tempi de' loro taglj, riescono di gran rendita.

Per ultimo, affinchè Arno medesimo sotto l'Incisa (dov'e' cammina fra monti giù dal fondo di una stretta valle) cessi al possibile di corrodere le proprie ripe, e di smuovere, e portar seco il sasso, di cui son formate, sommo rimedio sarebbe il torgli gran parte della sua eccedente caduta, con rimettere in piedi alcune pescaje, che già vi erano attraverso per servizio di più mulini, i quali in oggi si son perduti, e col fabbricarne delle nuove per altri mulini in que' siti più angusti, ed i quali da' Periti venissero giudicati i più sicuri, e di manco spesa; che in tal maniera senza danno de' particolari (perchè le altezze di tali pe-

scaje

scaje non potrebbero impedire gli scoli ad alcun piano laterale, essendochè di questi per gran tratto non ve ne sieno) e con evidente benefizio del pubblico per l'uso di que' mulini, de' quali in tempo di State si ha gran bisogno, si verrebbe anche in questa parte a rimuovere la continua cagione del rialzamento del letto d'Arno da Rovezzano a Signa: e tutto con maggior sicurezza, se un riparo simile di pescaje venisse fatto ancora attraverso al fiume della Sieve per qualche distanza dal suo sbocco in Arno per in su, e negl'ingressi d'altri fiumicelli, e fossati, che vi si scaricano; purchè sempre, ed in tutto si abbia l'occhio all'indennità de' particolari, alla quale già la natìa, ed inenarrabile clemenza dell'A. V. in ogni occasione si dichiara, e vuole, che avanti ad ogni altra cosa si trovi modo di provvedere.

Da queste operazioni di serre, e di piantate di boschi quando ben non si ottenesse interamente il desiderato sgravio d'Arno da quelle materie, che lo riempiono (il quale grandissimo di necessità, e ben presto si proverebbe) sicurissimo sarebbevi pure il benefizio de' particolari possessori in godere i beni di quelle valli consolidati, e sicuri dalle frane, e dalle rose, col frutto a' tempi debiti di quegli olj, di que' legnami, e del bestiame d'ogni sorta per la copia maggiore delle pasture; in guisa tale, che da tutto trarrebbero molto più viva, ed assai maggior entrata, che dalle coltivazioni de' vini, le quali riescono assai fallaci, e dispendiosissime a mantenerle.

Per fine, se oltre alle operazioni già dichiarate si riducessero a folti uliveti, o si rimettessero a boschi ghiandiferi non solamente i fondi delle enunciate valli, ma il resto ancora di que' monti, e colli più scoscesi, che son fra esse, di quegli almeno, che immediatamente scolano in Arno, è manifesto, che oltre al ritrarne frutto molto maggiore, non tanto molto men sasso, e men ghiaja, quanto men terra ancora vi potrebbe discendere.

La spesa in eseguir tutto con buon ordine, a parte a parte, e in più anni, penso, che non sarebbe insoffribile; ma, come all'A. V. S. è noto, non vi è spesa la più plausibile, nè la più grata, benchè grandissima, di quella, che trapassa a benefizio della posterità.

Simiglianti ripari di serre, di piantate di boschi, di scaricatoi, e di

di pescaje, utilissimi senza dubbio si farebbero conoscere, applicandoli ad altri fiumi del Dominio Fiorentino, come ad Ombrone, a Bisenzio, alla Marina, all' Ema, alla Greve, alla Pesa, all' Elsa, all'Evola, all' Era, e ad ogni altro della Toscana, siccome di ogni altra Provincia dell' Italia, e fuori, e dovunque occorra provvedere, che i letti de' fiumi, e canali si conservino navigabili, e non si riempiano di materia avventizia, che occupi il luogo all'acque, per le quali quegli alvei furono destinati.

E di fatto colle serre su pe' fossati, e co' chiusi in piano arginati, che tutto giorno si praticano nelle valli della Nievole, della Chiana, ed altrove, per far acquisti, e colmate colle torbide de' fiumi, e per ovviar in specie, che queste non riempiano i canali maestri navigabili, formati ne' paduli per dar l'esito all' acque chiare, e per tener asciutte le campagne, si conseguiscono intenti simili onninamente ai da me quì pretesi.

E chi sa, che tutti, o parte de' quì esposti ripari non sia adattabile ancora, com'io pur bramerei, a pro dell'augusta, e trionfante Venezia, ad oggetto di rimuovere, o d'impedire, o di prorogare al meno per continuata serie di secoli quel riempimento di Lagune, di canali, e di porti, che è fama esservi tanto temuto?

Dichiarate, come sopra, le Proposizioni valevoli a conservar la profondità necessaria all'alveo d'Arno, ora che l'A. V. S. colla Legge del 1681. ha provveduto alle regole dell'imporre le spese per la costruzione de' ripari, ed alla sicurezza de' debitori, e che per isgravio de' particolari preme con nuovi Editti, che si facciano vivi gli assegnamenti già destinati per tale effetto, io intendeva di lungamente diffondermi intorno ad essi ripari da praticarsi in futuro, non dirò già per metter Arno in canale da Firenze a Signa (come 'l volgo, senza pensar più oltre, crede, ch' e' si pretenda) essendochè, per l'effetto della navigazione dentro questa lunghezza di letto, io stimai sempre, che ogni spesa fosse per esser gettata, dal vedere, che quì fra' ponti, dove egli è già in canale, e con caduta così frenata dalla pescaja dell' Uccello e' si riduce talvolta nell'Estate con sì scars'acqua, ch'ella non basta alla corsa di ben piccoli navicelli, e che tanto se ne penuria, che con tutti i mulini, che vi

sono

Digitized by Google

fono fra fotto, e fopra, ella non ferve al bifognevole delle farine; a fegno che per ottener una comoda navigazione praticabile d'ogni tempo dall'alzaje a piedi, o a cavallo, per ufo di trafportare le mercanzie con minor fpefa, ed anche i materiali fu i lavori, converrebbe piuttofto interfecare una delle pianure laterali fotto Firenze, con un canale capace almen di due barche, e tanto profondo, che non potendovi aver fempre l'acqua corrente, quefta vi dimoraffe almeno come ftagnante; il che però non fenza le fue difficoltà fi confeguirebbe. Io intendeva bensì di trattare del materiale, e de' modi per rimettere, e per confervare il fiume nelle fue dirittura più proprie, per ricuperare i terreni, le fpalle, e bofchi, in diverfi luoghi, e in più tempi ftati corrofi dall'acque, e per formare ftabili, e forti ripari per le ripe da ambe le parti, affine di terminare una volta le gravi fpefe, e ridurle folo a quella rifpettiva tenuità, che poteffe annualmente occorrere per lo femplice mantenimento. Ma giacchè, da qualche anno in quà, ho fatto conftare agl'intereffati, che il formare le fteccate di legname forte di caftagno, o di quercia (al che prima quefti fi opponevano per timore di gravi fpefe) non è di quel maggior difpendio, che e' fi credevano, anzichè, in riguardo alla tanto maggior durata di tal legname, che di quello d'albero d'altra pianta di quefti bofchi, la fpefa a capo a molt'anni riefce molto minore, e che col rincalzarle a luogo a luogo per di fuori con diverfi pignoncelli formati con legame fottile di pruni, o con altre frafche, caricate nell'interno con faffi d'Arno, e con faffo di cava al di fuori, accomodatovi a fcarpa naturale, tali fteccate vengono difefe dall'effere fcalzate, e vuote dalla corrente, benchè affai meglio fia, per levare quel piombo a lor medefime tanto nocivo, il coprirle, e rincalzarle per tutto andantemente con grandiffima fcarpa col detto legname fottile, e col faffo di cava, nella guifa, che io ho più volte ordinate; ed i medefimi intereffati hanno fimilmente veduto, che coll'ufare ne' gran fondi, anche dove la corrente ha più forza, in vece di fteccate, e per maggiore fpeditezza alcune volte gabbioni ripieni di faffo, ed altre volte per maggiore ftabilità alcuni mafficci quadri lunghi fatti di ghiaje dell'ifteffo Arno, impaftati con la calcina (chiamati comunemente cantoni di getto, o di fmalto, o di calceftruzzo) riefce pur di difendere con fi-

Digitized by Google

curezza le ripe, salvare i lavori più deboli, e ricuperare i terreni; stimo superfluo l'estendermi di vantaggio, imperciocchè dall'esperienze fattene possono essi abbastanza vedere ciò, che sia per sortir loro di maggior servizio: nondimeno avendomene l'A. V. dato animo, voglio pure (con addur loro varj esempli, potenti, in materie pratiche, a persuadere assai più de' precetti) significare agli stessi, che mio parere sarebbe di porre in opera meno steccate che sia possibile, perchè, oltre al non esser queste per se durabili, richieggono gran tempo a perfezionarsi, e grand'impiego d'operanti sparsi in più luoghi fuor degli occhi di quel ministro, che debbe assistervi; onde chi spende è più sottoposto alle fraudi, o che 'l danaro, con tutta la vigilanza d'esso ministro, non faccia tanto profitto, quanto coll'impiego di meno gente.

Ma quando in qualche urgenza, luogo, o tempo occorresse, come bene spesso occorrerà, di far palafitte, escluderei i pali d'albero, di gattero, di vetrice, e di simil qualità dolce; mi varrei del castagno, o della quercia, o di simil altro legname forte (benchè di questo ancora converrà in breve lasciar l'uso per molti anni, perchè adesso molto se ne penuria, ed è però cresciuto notabilmente di prezzo): le riempirei al solito di legname sottile de' boschi, caricandolo con sasso d'Arno, o di cava, e con esso pure le rincalzerei a scarpa da ambedue le parti, per quanto fossero lunghe, e le coprirei in fine col detto sasso mescolato con esso legname.

Del restante, dove 'l suolo d'Arno è di greto forte, il corso è più rapido, ed ha forza di condurre, e lasciar sassi di gran mole, in luogo di steccate porrei sempre in opera de' suddetti cantoni di smalto, d'assai maggior mole di que' gran sassi, ma non però troppo sconcia al moverli, e al collocarli; e dove la corrente è più placida, e non conduce che sasso minuto, o pur ghiaja sola, mi varrei del sasso di man in mano di quelle cave d'intorno Firenze, o di Golfolina, che mettesse più conto il condurvi, o che facesse operazione migliore, essendo certi, che questo sasso non ruzzola come quello d'Arno, e che quello di Golfolina, come in se più grave, di più sfregolate facce, e più ruspo di quello delle cave attorno Firenze, più si profonda, si ficca, e si fissa, ed in somma è più atto, ancorchè e' non sia mescolato, e gettato sopra legname sottile, o

di

di ſcopa, o di vetrice, o di marrucne, o di altro pruno; ma per altro queſta materia col luogo, ch'ella occupa, riſparmia ſaſſo, fa comparire il lavoro con meno ſpeſa, e collegandoſi con quello, dà luogo alla torbida, che vi s'intruda, ed opera, che 'l ſaſſo non ſi profondi tanto, e che più preſto ſi fermi.

Ciò, che mi muove al non aderire a frequentar tanto le ſteccate d'albero a due, tre, e quattro file, è il vedere, che oltre al ricercar queſte, come diſſi, grand'impiego di legname, che preſto infradicia, e gran numero di lavoranti nel fiume attorno alla fitta de' pali, ne' boſchi a tagliare, a conciare, a far faſcine, e ſu i greti, e giù per Arno ad adunare, e condur ſaſſo, i quali uomini tutti di lor genio lavorano men che poſſono, e di quel che ſia da far fare in cottimo, non ſempre ſi può avere 'l ſuo conto; anche tal ſorta di lavori ha in ſe il più delle volte un natural difetto di tirarſi addoſſo l'acqua, o di mantenerſi, e talora accreſcerſi davanti il fondo, dove e' furono fatti, mediante quel perpendicolo della fitta, che non ſi può moderare col ripieno di faſcina accomodato a ſcarpa, ſe non per poca altezza ſotto 'l pian dell'acqua: onde la corrente, che ha da percuotere, o da ſtriſciare quel lavoro, urtando, o ſcorrendo a piè di quel piombo, vi rimolina, e ſcava, e dopo aver portato via il terreno, che vi è ſotto, affonda, o ſi leva in capo, o ſcompone il ripieno: ſicchè ſpeſſo convien reſtaurarlo. Che però, mentre non s'introduceſſe il ficcare a ſcarpa anche i pali, il che non ſarebbe impoſſibile, aſſai più di rado praticherei il conſueto modo di far palafitte, non eſcludendo in tutto, perchè in più caſi torna bene, ed alcune volte è forza l'uſarlo; ma al più, quando ſi voleſſe adoperar, in luogo della quercia, o caſtagno, il legname groſſo de' boſchi, in vece di far così artifizioſe, e diſpendioſe ſteccate, dove foſſe neceſſario, che 'l lavoro aveſſe gran pianta, mi varrei de' pali d'albero per farne o una ſola fitta incatenata per lungo, o al più due; ma con pali aſſai radi fra loro, i quali ſerviſſero come di guida a que' pignoni, o ſaſſaje, che in forma d'argini potenti io intenderei di fare, ſempre però ſulle diritture delle ſpalle, acciò quelli ſerviſſero a queſte di piede, e di ſponda, con andar di mano in mano, per meno ſpeſa, riempiendo fra eſſe file di pali con legname ſottile, e con ſaſſo d'Arno; ma non con rincalzar inſieme per

O 2 di-

dinanzi con grande scarpa questo ripieno con cantoni o ordinati, o alla rinfusa (secondo che permettesse il fondo dell'acqua), i quali già fossero fatti, e preparati in que' greti vicini; e per di dietro con sasso sciolto di cava già condottovi, o da condurvisi nel tempo che si facesse il lavoro, secondo che stagione fosse allora; oppure formerei tali scarpe o con tutti cantoni, o con tutto sasso di cava, mescolato con quel d' Arno, se ve ne fosse, o in parte con quelli, e in parte con questi, coll'impiegare in tal operazione il legname sottile de' boschi o collegato, o sciolto; e tutto in somma conforme a che richiedesse il luogo, il bisogno, e la pretensione, e 'l fine, che ci si avesse.

L' uso di questo sasso sciolto di cave dentro Arno medesimo non è nuovo, perchè da tempi immemorabili in quà, dalla Ambrogiana in giù, si adopra di quello di Golfolina in construire a seconda, e attraverso pignoni, che son chiamati sassaje, le quali, ne' luoghi massime di correnti non furiosissime, nè con troppa caduta, salvano le ripe, e ricuperano i terreni con sicurezza. E per venire agli esempli:

L' Ingegnere Francesco Nave si valse di quello delle nostre cave in occasione della rovina improvvisa d' una parte della sponda destra sotto 'l Ponte di S. Trinità, seguita nell' anno 1647., e con questo vi rimediò.

Di quello pure delle medesime cave, e di Golfolina mi valsi io nel 1675. in fermare, come sovviene all' Altezza Vostra, quella gran rosa, che fece Arno sopra il bosco dell' Argin grosso, del qual sasso con pruni, e frasche insieme, formatine a rosa in più luoghi diversi sproni, e con più alberi, e querce intere fronzute accomodate fra essi a seconda, e fermate co' loro pedali dentro essa rosa, e con quell' argine potente, che feci far per di dietro in giro a mortajo, col favor Divino restò libero il piano di Legnaja dall' incursione di tutt' Arno, che inevitabile gli sovrastava; e la più grossa di tali sassaje, la quale con tutte l' altre vi restò intatta, fece una stupenda difesa, e tutti questi ripari diedero poi campo a far gli altri vers' Arno, i quali ricuperarono la spalla, lo Stradone, e i beni corrosi, e rimisero il fiume nel letto proprio.

Dopo la gran piena degli 11. d' Ottobre del 1676. non senza oppo-

posi-

posizione di chi a tal sorta di lavoro con sasso sciolto non inclinava, feci porre in opera di quel d'Arno, rincalzato, e coperto con quello di cava, col formarne più sproni davanti alla ripa incontro alle Calcine, che per molte centinaja di braccia, essendo tutta lacera, scalzata, e corrosa a piombo, alle prime piene con pochi centi di scudi restò fra essi rincalzata, e ridotta a scarpa.

Dell' istessa qualità di sasso di queste vicine cave mi servii similmente circa dieci anni sono per salvar la ripa del primo stradone del Maglio, come in effetto seguì.

Col sasso di Golfolina, tre anni addietro, formatone un grosso, ed alto pignone per mia proposta, si svoltò, come dissi poc'anzi, a seconda col corso d' Arno il corso del fiume Ombrone, che vi entrava prima contr'acqua con pregiudicialissimo ritardamento del suo scarico.

Col sasso di cava pure, e con fascina sottile, sul parere, che io ne diedi di comandamento della glor. mem. del Serenissimo Gran Duca Ferdinando, fu posta in opera dall' Ingegnere di Pisa una grossa sassaja nel fiume dell'Era, e fu evitato con essa l'imminente rovina di quel Ponte fabbricato con spesa immensa.

Nel fiume d' Arno ancora sopra, e sotto Pisa, in diversi luoghi importanti, dall'istess' Ingegnere sono state messe in opera più sassaje con quello della Verucola, mescolato con stipa di macchia, e con evidente profitto, e stabilità; che di tal maniera di riparare l'Altezza Vostra medesima s'era compiaciuta comandarmi il lasciarne instruzione in scritto, come feci copiosamente di questa, e d'altra sorta ripari da fabbricarsi con grandi scarpe.

L'Architetto Ferdinando Tacca continuò per molti anni a Livorno a servirsi, contro l'impeto del mare, di gran sassi sciolti, o cantoni naturali, cavati da Montenero, che e' vi faceva condurre su' puntoni.

Il suddetto Architetto Nave per assicurare una delle pile del suo nuovo Ponte di Pisa, attorno alla quale non si era potuto soddisfare in circondarla con cassa di pali per formargli la banchina, non con altro pretese di rincalzarla, e di riempier que' fondi (che ricevono trenta, e più braccia di lunghezza di pali) che col continuar per molt'

anni a farvi fcaricare gran numero di barcate di faffo, credo di Golfolina, e della Verucola.

Ultimamente nell'Ombrone di Groffeto una grande, e groffa faffaja fattavi per mio configlio con cantoni naturali, condottivi dalla marina, e mefcolati con della macchia del Tombolo, fa l'A. V. S. per le relazioni avutene, che ha operato l'intento, col por fubito in falvo la Torre della Trappola, che fi trovava efpofta a rovina; e fe la fpefa è ftata grave (forfe come lavoro non più praticato in que' luoghi) la fua gran durata la renderà poi leggiera, effendo riufcite inutili, e gettate l'altre fattevi per l'ifteffo effetto in grandi fteccate di pino, che in pochi anni fi fon disfatte.

Io non fono così avverfo all'ufo de' pali, che io non conofca la neceffità del valerfene per fondamenti di fabbriche dentro a' Paduli, e Lagune, lungo i fiumi, fu'fuoli inftabili, arenofi, o fangofi, fenza fondo ficuro, o per incaffar pefcaje di fmalto, o di muro attraverfo a fiumi, o torrenti, e per rifondar muraglie full'acqua, e fuori, ed in mille altre occafioni d'edifizj. Del lor bifogno ne fan fede Venezia, Amfterdam, ed innumerabili Città, e Porti di mare, fervendo i pali di radici alle fabbriche, per le quali fe far fi doveffero i fondamenti di tutto muro collo fcavar prima il fuolo fino al fodo (oltrechè vi vorrebbero pure i pali per le caffe, e per le riprefe), non fervirebbe l'impiego di tefori interi, potendo avvenir talora, che'l cercato fuolo ftabile, e forte o non vi fia, o fia per gran numero di braccia profondo, ficchè non fi dia lunghezza di palo, che vi giunga; in qualunque de' quali cafi l'ufo de' pali è l'ottimo de' modi per formar non oftante il fondamento alla fabbrica da follevarvifi: effendochè quel che non può ottenerfi di fermezza da effi pali, col fargli arrivare al fodo, che manca, fi confeguifca a foprabbondanza dalla coftipazione del medefimo cedente fuolo, prefo in maggior ampiezza di quello, che va premuto dall'edifizio; la qual coftipazione vi vien fatta dal gran numero di groffi pali, che a forza di fiere percoffe in quello fi ficcano.

Quefte noftre pefcaje, quefti ponti, e le fponde, che fon fra effi, tutto è fabbricato fopra pali; ma che? la gran pianta, che hanno, ed inol-

inoltre il poco declive, che Arno tiene fra queste due pescaje, sono il maggior capitale del loro sostentamento, perchè se, Dio ne guardi, questo declive s' aumentasse colla rovina della pescaja dell' Uccello, che glielo toglie colla sua altezza (e perciò questa pescaja va invigilata, e custodita, come fabbrica la più gelosa, e la più importante), vedrebbesi allora ciò, che fa far la velocità dell' acqua aggiunta al suo peso, come ne' tempi andati è seguito più d' una volta, coll' aver per iscavamento fatto restar in falso le sponde, e i ponti, e dopo scalzati, e votati sotto, aver tutto in fine demolito; niuno de' quali sinistri sarebbe avvenuto, se (dato per possibile) i fondamenti di tali fabbriche fossero stati fatti non a piombo (come di necessità vengono fatti da' pali, che si ficcano per dover sostenere addosso gran pesi), ma con grandissima scarpa attorno, e davanti, la qual sola scarpa conferita (e quì sta tutto 'l mistero, e 'l segreto della stabilità de' lavori in acque correnti) conferita, dico, a' solidi componenti il riparo, benchè scollegati, e sciolti, ed i quali sieno di forma non rotonda, ma affacciata, e ruspa, e di peso assolutamente maggiore di quello delle massime parti della materia, che la corrente di massima forza può condur quivi, dove esso riparo si forma, è bastante a contrastare, ed a resistere alla gravezza, e rapidità di questo elemento, anzi a domarlo, a vincerlo, ed a fugarlo. E di fatto si vede, che volendo fermare la corrosione, che fa il corso dell' acqua ad una ripa, basta, anche dov' ella faccia maggiori sdruci, il farvi un getto di questi sassi di cava, o di questi cantoni naturali, o di smalto, accompagnati, o no con fascina, o con scopa, o con pruni, o con altro simil legname sottile, e cedente, e quanto si sia confuso, e disordinato, che subito vi si vede mortificato l' impeto della corrente, in breve tempo allontanato 'l fondo, e cessata in tutto la rosa. Questi effetti seguono, perchè quel sasso, o quel cantone, col suo proprio peso, resiste quivi, e supera di assai la forza della velocità, e del peso dell' acqua; onde con quell' eccesso discende, ed arriva al fondo, e di mano in mano che l' energia dell' acqua premente, e corrente gli va cavando di sotto il terreno, o la rena, o la ghiaja, seguita quello a profondarsi finchè arriva al sodo, o pure fin tanto che la detta energia,

O 4 supe-

ſupera la reſiſtenza, eſſendochè l'effetto di un tal vigore ſi vada diminuendo di mano in mano ſempre più, perch' e' non s'eſercita, come prima, ſopra 'l tenero, ed amovibile del fondo, ma ſopra 'l duro del ſaſſo ſteſſo, reſoſi immutabile, e ſopra 'l cedente di quella ſtipa, che gli toglie la forza; onde ceſſato il più diſcendere di que' primi ſuoli di ſaſſo, e di ſtipa, gli altri, che vi s'aggiungono, vi ſi ferman ſopra, e di lor natura s'accomodan nell'eſterno con quella pendenza, o ſcarpa, che ſi vede prender da qualunque ammaſſamento di corpi; la quale ſcarpa, torno a dire, e com'io ſpiegherò con altro in una certa Teorica, è quella, che data a' corpi molto più gravi di quelli, che 'l fiume ſteſſo vi porta, quanto maggiore ſi è, tanto più combatte, reſiſte, e ſupera la predetta energia della corrente, e ſe l'allontana, e la ſpigne contro l'oſtacolo della ſcarpa del greto oppoſto, la quale per trovarſi applicata ad un altro ammaſſamento di corpi componenti eſſo greto, tanto men gravi de' componenti il riparo, ſi altera, e ſi ſcompone, e per tal guiſa il medeſimo greto va corrodendoſi nell'acquiſtare quel piombo, che per opera di tal ſaſſaja ha già perduto la ripa.

So, che queſti ripari con ſaſſo ſciolto, o con cantoni fatti dalla natura, e dall'arte, ſenza murarli, non mancano delle loro eccezioni, nè di chi li diſapprovi: ma queſti però ſon quelli, che non han veduto, nè provato gli effetti loro. Dicono, che le correnti ſcompongono tutti que' pezzi, e que' maſſi, e che li ſollevano, e li traſportan più innanzi. A quei, che non vogliono, o che non poſſono prenderſi briga di riconoſcer dove e' ſono ſtati poſti, ſi dice, che può ben eſſere, che in alcuni luoghi, o da alcune piene e' vengano ſmoſſi da quel ſito, dove a principio del getto s'accomodarono; ma che la mutazione quaſi ſempre ſegue con moto diſcenſivo, di rado con progreſſivo, e mai per diſtanza notabile, eſſendo ciò del tutto impoſſibile. La cagione di tal impoſſibilità, allorchè è ſaputa, ed inteſa, ſuol appagar la mente di chiccheſſia, benchè addotta ſedici anni fa in un mio diſteſo trattante di ſimil ſorta ripari, non doveſſe appagar la fantaſia di chi lo ſoppreſſe. Queſta è, che, ſiccome in quel ſito, dove ſi pon quel cantone, o quel ſaſſo di cava, non ſi trova pur uno fra que' milioni

lioni di sassi stativi condotti dalle piene, che sia del peso d'alcuni di que', che vi si portano apposta; così non avendo esse piene avuto tanto vigore, e forza di naturalmente condurvene, come l'aveano, ed anche maggiore, allorachè del medesimo, e di maggior peso di mano in mano se ne sgravarono più, e più alto nel medesimo letto d'Arno, non la potranno aver nè meno per ismuovere, sollevare, e condur più lontano quelle moli, di peso tanto superiore, trasportate quivi dall'arte. E' ben vero, che potendo esse piene smuovere, e portar più innanzi la materia minuta, sulla quale i sassi, o i cantoni posassero, sarebbe anche necessario, come dissi, che questi scendessero ad occupar quel luogo tenuto dalla detta rena, e ghiaja, e così vi si profondassero, o che per mancar loro il sostegno dalla parte dinanzi, prima che da quella di dietro, essi progredissero alquanto, o che alcuno de' superiori, sdrucciolando, passasse avanti agl' inferiori, come io non nego, che spesso avvenga; ma perchè questo scavamento, e smuovimento di materia più leggiera non può continuare in perpetuo, ma poche piene dopo finisce, que' corpi tanto più gravi, che vi succedono, arrivano una volta a trovar il fermo, e giuntivi, ed allettatisi, cessa la lor discensione, e coll'aggiunta di nuovi cantoni sopra, o di sassi di cava il lavoro si ristaura, e consolida, e si rende perpetuo, perchè non infradicia mai, nè fa più mutazione.

Non asserisco già, che questi lavori seguitino a star così immobili, che io vi facessi alzar sopra palazzi, o ville per mio diporto, o sì vero torri, che servissero d'osservatori saldissimi per le cose del Cielo, sul supposto, che non fosse mai per vedervisi un pelo, benchè minimo. Affermo bensì, che per i fini già certi di voltar correnti, salvar ripe, ricuperar terreni, difender anche campagne da' trabocchi, e per altre simili operazioni sono i più sbrigativi, i più durabili, i meno dispendiosi, ed i men soggetti a danni, ed a fraudi; assegnochè (tolta la necessità, che sovente suol nascere, e nasce, di dover far muri a calcina su' pali, o senza, o di far palafitte reali) data la parità, per dubbio d'avere il mio conto nelle calcine, ed anche per meno spesa, fra gli altri modi eleggerei piuttosto i grossi cantoni naturali, che que' di smalto, e piuttosto questi, che i sassi di cava, e piuttosto i

sassi

sassi di cava, che le palate, e queste piuttosto di quercia, o di castagno, che d'albero. Ma per tale elezione convien chiamare a consiglio più cose, e considerare i vantaggi, e gli svantaggi de' porti, e de' trasporti, i prezzi de' materiali, se questi sien propri, o si abbiano da comprare, i luoghi, e le stagioni, di dove, e quando si abbiano da applicare, e simili altre riflessioni, le quali far non si possono ben aggiustate, che ne' casi, che si presentano, e talora nell' atto medesimo dell'operare.

Assicuratici poi dell'assoluta fedeltà in ogni maneggio degli operanti, se premerà assai più la stabilità maggiore, che il risparmio, in questo corso d' Arno dalla pescaja di Rovezzano fino a quella di San Niccolò, e da questa dell'Uccello fin quasi incontro ad Ugnano, o Badia, dove ne' piaggioni, e greti non manca ghiaja a proposito, e buona a formarne calcestruzzo, più spesse volte farei capitale de' cantoni di smalto, che de' sassi di queste cave, perchè se ne posson formare da Febbrajo in là il numero delle migliaja, che si vuole, dentro tutti i greti, e tenerveli per monizione sepolti, finchè si possa, o si voglia metterli in opera, perchè non son quivi soggetti a danni, o pericoli, occupan più luogo della materia, di che e' son fatti, e più ch' e' vi stanno, più vi si perfezionano, e nel formar con essi i lavori, si vengon piuttosto a diminuir que' greti, che fussero nel letto d'Arno, e per così dire, a votare esso letto, dovechè le steccate piuttosto lo riempiono. Da Ugnano poi, o pur da Badia in giù l'operar sempre col sasso di Golfolina (che par creato dalla natura per difesa di questa parte), e col solito legname minuto sarebbe di assai più risparmio, e tanto maggiore, se d'ogni tempo Arno si potesse navigare all' in su col carico nel barchereccio: ma perchè tal comodità non vi è sempre, e per lo più continua a mancar assai nell' Estate, o se ne potrebbe far condurre a' posti l'Inverno per monizione da porla in opera a' tempi debiti (nel far che si richiederebbe qualch' altra spesa pel nuovo trasporto, e adattamento al luogo destinato), o vi si potrebbono usare più piccoli cantoni di smalto, col mandarli in giù col favor della poc' acqua, che resta in Arno.

Qui soggiungono alcuni degl' interessati, che spendono:

La clemenza de' passati nostri Padroni Serenissimi, sotto la cura, e sopraintendenza del Magistrato, e de' Provveditori della Parte, ci ha provveduto

Digitized by Google

veduto di terreni lungo 'l fiume d'Arno, ce gli ha fatti piantare di boscaglie, e ce ne ha formate le spalle, affinchè con quel legname grosso, e minuto, e col sasso, che ci dà il fiume stesso, ci ripariamo co' lavori; e perchè non possiamo noi continuar a far con esso materiale, senza comprar nè castagni, nè querce, nè pini, nè sasso di cave, nè calcina per formare i cantoni? ed a che varrebbero le spese in piantare, ed in mantenere questi boschi? e da quì avanti a che servirebbero?

Per risponder a tutto, si dice loro, che questi boschi serviranno a ridurgli in materia prima per convertirla in materiali più atti ad essi ripari, ed in mercedi per soddisfar gli operanti in lavori tanto più stabili; poichè già la stessa clemenza dell'A. V. nella medesima Legge provvede, che quel legname grosso, del quale non si servono gl'interessati, si faccia vendere dal Magistrato, e che 'l ritratto si spenda per loro servizio:

Che di questi alberi, gatteri, vetrici, ontani, ed altro, i quali tutti si straziano, e si mandan a mal nelle palafitte, col lasciargli ingrossare, e condurre a sega per farne il taglio sol quando egli è in perfezione luogo per luogo, ed a tempi debiti, ne ritrarranno sempre danaro in gran somma:

Che se faranno bene i lor conti, assai più vale quel legname, che sciupano in atterrarlo, conciarlo, ficcarlo, e fermarlo in opera in lavori di breve durata, oltre al gran consumo della chiodagione, strumenti, materiali, ed attrezzi di tante sorte, di quel che si vaglia il castagno, o la quercia, o 'l sasso di cava, o i cantoni naturali colla vettura, e fattura delle sassaje, o di quel che costino i cantoni di smalto coll'applicazione dove e' vanno posti per formar ripari di lunghissima vita:

Che dopo che essi si saranno armati, e difesi stabilmente in far le sponde continuate alle loro spalle co' suddetti sassi di cava, o co' suddetti cantoni, il ritratto del legname grosso supplirà poi al mantenimento di quelle, senza lor altro aggravio:

Che mediante l'uso de' predetti materiali durabili, tenendosi piantate sempre, e posticciate di legname e grosso, e minuto tutte le spalle vecchie, e quelle da ricuperarsi co' nuovi lavori, i beni loro così difesi,

ed

ed alleggeriti dalle frequenti imposizioni, acquisteranno assai maggior prezzo; ed all'incontro si screditeranno sempre più, quanto più col proseguimento di esso taglio avranno spogliate, e sprovviste le medesime spalle d'Arno:

E finalmente che oltre a tanti profitti, avranno anche di più il godimento di vedere, colla ricuperazione de' boschi continuati, ripieni di numerose, e ben alte piante, circondate da folta macchia, rimessa in essere l'antica amenità de' medesimi boschi, e la nobil delizia di queste cacce, dovuta procurarsi, e riservarsi all'unico lor Signore, coll'aggiunta della vaghezza de' prati, e del giocondo diporto per ispaziosi, e pianissimi stradoni attraverso, e in diritto, per lunghezza di ben sette miglia per parte da quì a Signa, e carrozzabili in giro dentro al tempo solo di tre in quattro ore. Delizie in vero, sulle porte della stessa Città Dominante, invidiabili da ogni Monarca, le quali in conseguenza de' suddetti comodi, ed utili universali, e particolari, risulteranno dall'abbandonare il frequente uso in Arno del predetto legname grosso fralissimo, e dal praticare, col prezzo, e ritratto di esso, l'altro uso durabilissimo del legname forte, quando sia urgenza il valersene, o de' sassi di cava, o di Golfolina, o quello de' cantoni di smalto, compresovi sempre l'impiego del legname sottile degli stessi boschi.

L'uso pure di questi cantoni di smalto non è forse men antico di quello non dirò de' naturali di scoglio, ma de' sassi sciolti di cave, sovvenendomi, che l'istesso Architetto Nave asseriva d'averlo veduto mettere in opera in alcuni porti di mare.

A mia notizia i primi, che si fabbricassero in servizio di Arno. furono a proposizione di Braccio Manetti, allievo del gran Galileo, di acutissimo ingegno, mio parzialissimo amico, da me altrove celebrato, ed il quale morì Soprantendente Generale delle possessioni di V. A. Questo gentiluomo (dopo essere stati fatti, col parere di più Periti, molti, e diversi ripari di legname a Varlungo, che non aveano avuto buona sorte) fu dalla glor. mem. del Serm̃o Padre dell'A. V. deputato a soprantendere a quella medesima riparazione insieme col Padre Francesco di S. Giuseppe delle Scuole Pie, insigne Matematico, e Scrittore dottissimo della direzione de' fiumi, sotto nome di Don Famiano Micheli-

ni,

ni, e per quell'effetto ne fece formare non so quanti, parte liberi, e parte in cassoncelli fatti con asse: ma venendogli difficultata questa allora insolita maniera d'operare da chi soprastando alle spese di que' maneggi, non vi aveva avuto parte, esso Manetti, stimando simili contrasti pregiudiciali molto al servizio pubblico, giudicò meglio il desistere, che il continuare in quella soprantendenza.

Parimente circa l'anno 1664. quando l'istesso Serenissimo, per dar fine a tante inutili spese, risolse di approvare il mio antiquato, benchè dispendioso concetto, stato sempre di rifare il vecchio muro di detto Varlungo, dentro l'incumbenza, che la medesima Serenissima Altezza volle darmi a farlo eseguire, feci formar una partita di essi cantoni per riempierne certi fondi, e questi pure corsero la stessa fortuna degli altri. Intorno alla fine dell'anno 1679. il Ministro d'Arno, con cui per avanti io aveva trattato più volte di tali smalti, come ch'egli era stato familiare del predetto Nave, discorse di essi col prudentissimo Senatore, e Auditor Ruberto Pandolfini, allora Provveditor vigilantissimo della Parte. Volle questi onorarmi col sentirne il mio parere; e commendatigliene, fu facile persuadere al di lui finissimo giudizio, e chiarissimo intendimento il farne l'esperienza: onde per la libertà, che esso Senatore me ne diede, elessi allora sopra Firenze la parte del pian di Ripoli sotto S. Lorenzino, dove ordinai farsi alcune traverse in forma di pignoni con doppia scarpa, composti di più cantoni di smalto, accomodati con buon ordine, i quali, con altri ordinati i pur da me per rincalzare i pignoni vecchj murati, e la steccata di S. Lorenzino, ed accapo al poderone de' Castelli, hanno tutti perfettamente operato, non tanto per opportuna qualità de' ripari, quanto per essere stati dal Ministro de' lavori con buon'arte eseguiti. Dipoi in altri luoghi sotto Firenze se ne son fabbricati per rincalzare davanti, e per testa più steccate, e per riempier fondi; ed honne ordinati per i lavori di Petriolo, e di Brozzi, per que' del Poderaccio, di Mantignano, ed Ugnano, e per sopra la Badìa a Settimo ultimamente.

Con questi medesimi cantoni di smalto intenderei di continuare la sponda, che restò a farsi sotto 'l nuovo muro di Varlungo, con farne

ancora

ancora qualche traversa, che attestasse alle prossime rovine del muro antico, le quali più non possono mutarsi, per essersi, già sono molt' anni, profondate sino al sodo. E con questi cantoni farei rincalzare la steccata reale del Funga, e così opererei per tutto sopra Firenze: siccome per disotto formerei con essi la scarpa alle steccate, che sono d'avanti alla ripa delle Cascine, e se non per tutto con cantoni, almeno a luogo a luogo o con essi, o con sasso di cava, che faccia piede, e copra o le fascine, od i sassi de' greti d'Arno. E prescindendo da' riguardi, che si debbono avere a più cose, ed in specie agl'interessati, i più de' quali sogliono esclamare, quando veggono, o sentono, che si abbiano da far novità col danaro loro, se io avessi avuto a far operare come per mio interesse, ben sa il Ministro medesimo, quando circa all'anno 1677. si riparava al Poderaccio, ed altre volte dopo che discorrendo seco di questi smalti, gli conferii, che in occasione di voler rimetter Arno in qualcuno de' greti, o piaggioni, che occupano la sua dirittura, prima di farvi il fosso, avrei voluto creargli il fondamento delle sue sponde da ambe le parti in que' siti, e diritture, dove quelle andassero fatte, col cavarvi due fosse sotto 'l piano dell'acqua più bassa, e quì dentro impastare con calcina il sasso, e la ghiaja, che vi si trovasse a proposito, o la più vicina senza terra, o belletta, formandone come pignoni andanti di gran pianta, ed alti in guisa, che le piene mezzane potessero traboccargli a portar ne' seni i lor meglio, per poi, quando avessero fatto presa, cavar fra essi il fosso, per introdurvi con altri lavori opportuni tutta l'acqua chiara d'Estate, e lasciar poi, che le piene, in corrodendo arrivatevi, profondassser quanto volessero quelle mura andanti; le quali, quantunque fosse da credere, che (stante la diversità de' fondi, che vi farebbe la corrente) per la loro gran mole si spezzassero in più luoghi; que' gravi pezzi però non varierebbono di troppo la dirittura, e con avervi pronto gran numero di cantoni manevoli pur di smalto, ovvero quantità di sassi di cava, e di fascina minuta, andar riunendo quelle separazioni, e alzarvi sopra, e seguitare in tal guisa, fintanto che quelle gran moli si fossero fermate sul fondo stabile; che in tal maniera avrei creduto, che la corrente fosse per conservarsi dentro tali argini, o sponde

de per tutta la lunghezza del fosso. E quando tal opera dentro alcuni di questi greti si alzasse dal piano delle più basse acque d'Estate ordinatamente in forma di argini, scarpati a gradi, con tutti i cantoni maneggiabili di smalto, e di già stagionativi, o con tutto sasso di Golfolina, o d'altra cava su pruni, o frasche; pur crederei, che se ne ottenesse l'intento, e forse con più felicità, allorachè, facendosi il sovr' accennato fosso navigante alla sinistra, per esemplo, del corso d'Arno di quì fin sopra al Ponte a Signa, si costruisse in questo fiume poco sopra allo sbocco di tal fosso qualche stabile traversa a guisa di pescaja, che moderasse aggiustatamente la total caduta di esso Arno, la quale, a mio conto, è sopr'a sedici braccia, ed è la principal cagione dell'andar questo così pazzamente girando, e rodendo or da una parte, or dall'altra.

Io però non sostengo, nè propongo, che questi addirizzamenti di svolte si facciano in alcun de' modi quì ora da me leggiermente toccati, potendovene esser altri più cautelati, e migliori; purchè sempre sien posti i lavori a seconda, e sulle dirittture delle spalle da riformarsi, essendochè quelli, che si fanno ad istanza degl' interessati dentro, e giù per le rose, col tempo o riescano affatto inutili, o sieno in gran parte gettati.

Descritte le qualità, e le forme de' lavori più stabili, e meno dispendiosi, ch'io per me giudico potersi praticare per Arno da Rovezzano a Signa, ed anche nel Valdarno di sopra, siccome per ogni altro fiume di questo Serenissimo Stato, o fuori, e dovu que per difendersene alla giornata non manchino le comodità, e i materiali sopra dichiarati, resta, che io rappresenti all'A V. S. i miei sentimenti ancora intorno all'ordine, che più adequato ho tenuto sempre che fosse nel metterli in opera.

E prima dico, che da molti, e molt'anni in quà più volte ho significato in voce a' medesimi interessati, ed a chi altri occorreva, e più volte l'ho messo in carta, non mi esser parso mai buona regola, quando un fiume, o torrente, quale è Arno, ha fatto più, e diverse corrosioni da ambe le parti della campagna, come è da quì a Signa, e che e' si pretende, col rimetterlo nelle sue dirttture, di ricupe-

perare il perduto, l'intraprendere di tante rose prima quella del mezzo, o verso 'l fine per disotto, e non prima la superiore a tutte l'altre. Queste mie replicate espressioni erano, e son fondate massimamente sul parermi assai incontrastabil motivo il seguente, il quale è, che di tutte le rose, o lunate inferiori, quando ben fosser cento, parlando di quelle in particolare, che si forman fra due pescaje, siccome ne è sola, e necessaria cagione la prima rosa di sopra, la quale coll'alterne incidenze, e riflessioni delle battute, e ributtute dell'acqua fa creare tutte l'altre disotto, cioè nel proceder con ordine a riparare a quella prima vengono per necessità le seguenti ancora se non a rimuoversi in tutto, almeno a mitigarsi, o a variare a segno, che riparando in appresso alla seconda più prossima, e di poi alla terza, e così dall'una, e dall' altra parte del fiume seguitando, par che debbano restar riparate tutte con spese, rischj, e danni incomparabilmente minori, che nel farsi or più giù, or più su alla rinfusa senza alcun ordine. Ciò nondimeno s'è praticato finora; e quantunque contro al mio genio, e parere, è convenuto secondare l'istanze degl'interessati col proporre acconcimi riguardanti piuttosto il bene particolare, che l'universale; poichè que' di più polso, vedendosi portar via dall'acqua i loro Beni, benchè conoscessero, che assai più facilmente, con meno spesa, e con maggior sicurezza si sarebbon levati Arno da dosso, dopo che e' fosse stato rimosso dalle rose di sopra, sicchè non li percuotesse più di punta, ma li toccasse per istriscie; nondimeno han voluto sempre arrischiar la spesa maggiore per un rimedio da lor creduto presentaneo, che la minore per uno stimato da essi più remoto; sebben poi in fatto il più delle volte è seguito quel che avvenir dovea, cioè che detti lavori, come stati esposti al ripentaglio dell'acqua cadente a squadra sopra di loro dalle rose opposte, han patito disastri tali, che è convenuto o alzarli più del dovere, o ristaurarli, e fortificarli con dispendj nuovi, ed anche prolungarli alla testa per esimerli dal pericolo di rimaner nel mezzo d'Arno; e gli acquisti, che hanno preteso di far con essi, sono andati molto più lenti, e riusciti men profittevoli di quel che coll'ajuto delle ricuperazioni delle lunate di sopra gli avrebbono alfin provati.

E per

Digitized by Google

E per non allegar lavori fatti così fuor di regola di lungo tempo, comprovano quant'io dico gli ultimi due, l'uno fatto per la maggior parte di fasso di Golfolina all'estrema rosa di S. Mauro a Signa, e l'altro con isteccata di gran pianta fatta con castagno, e terminata a principio di questo inverno, per coprir la rosa, che è intorno al mezzo del corso d'Arno sotto la bocca di Greve; poichè quello di S. Mauro nelle passate piene, ed in quest'ultime ancora è stato ritrovato da capo dalla corrente, la quale, cadendogli addosso dall'opposta rosa di S. Colombano, ha minacciato, e minaccia di nuovo di staccarlo dal continente, con pericolo di rientrare in quel grande acquisto; onde è bisognato ordinarvi due, e tre volte ripari nuovi per all'in su col medesimo sasso di Golfolina, prunami, e fascine, per formarne prima più sproni, e poi riunirgli insieme, come sarà necessario seguitare di man in mano, che la nuova rosa ritirandosi indietro, intaccherà quella spalla. L'altro lavoro è quello sotto la Greve, il quale ricevendo similmente addosso di se, come a squadra, tutt'Arno cadente dalla parte di Quaracchi (sopra la quale dallo sbocco di Mugnone in giù, siccome all'opposta ripa fui sempre d'opinione, che si dovesse continuare a riparare unitamente da ambe le parti, col farsi dalle rose più vicine a Firenze) ha dato molto da fare a tenerlo in piedi, e molto da temere della sua rovina, la quale sarebbe accaduta, s'e' non si fosse fortificato, e se'l diradare delle piene non avesse dato tempo a ristaurarlo, e non fosse costrutto di legname forte, del quale l'ordinai insieme col fosso: stantechè, quando fu fatta istanza di ripararvi nella passata Estate troppo avanzata, non vi era munizione di cantoni, o di sasso, nè modo di condurvelo per barca, mentre Arno mancava d'acqua, e nel condurvelo per ischiena, troppo sarebbe valso. Ma contuttochè questo lavoro sia in essere, ed abbia forzato il fiume ad entrar nel fosso, non si è però con esso conseguito quel subito, e florido acquisto, che dalle mediocri piene passate si sarebbe senza dubbio ottenuto, dopochè, colla continuazione da ambe le parti de' lavori di sopra a seconda, e lungo le spalle, fosse stato rimosso Arno dall'opposta lunata, e fatto camminare per le sue dirittture, per mezzo delle quali il medesimo lavoro sarebbe stato non urtato, ma strisciato dalla corrente, che si sarebbe incamminata volentieri, e non forzata-

mente pel fosso, ed avrebbe deposto in quel seno fior di terra, non rena, e ghiaja, ed a quest'ora i beni de' particolari, e la spalla si sarebbono interamente ricuperati senza sconcerto della parte opposta, il quale per natura di riflessione è necessario, che avvenga.

A tener l'ordine, che sopra ho detto, di levare tutte le svolte di Arno col farsi prima dalle superiori, non vi è alcun sensato quantunque non perito, il quale non vi concorra, come stimato da tutti l'ordine più naturale. Se poi fosse possibile l'aver da Firenze a Signa, dentro a tutti i piaggioni, o greti da tagliarsi con fossi, già preparate, come sopra, le sponde a seconda, e sulle ripe delle spalle da ricuperarsi, e già cavati, e non aperti i fossi, e già fatta per tutto soprabbondante munizione di cantoni di smalto, e di sassi, da poter poi in una sola Estate col danaro pronto, cioè con quanti operanti mai vi occorressero, serrar l'entrate, e l'uscite dell'acqua d'Arno, che nello stato più basso corre serpeggiante per le lunate; io non escluderei questa maniera di operare per tutte le lunate in un tempo, ovvero (per meno imbarazzo, ed impegno) in più d'una insieme, purch'elle fossero delle superiori, e fra loro continuate: quantunque il risolvere sopra di ciò ricerchi l'aver prima considerato, e provveduto a più altre cose.

Nel proposito di queste corrosioni, o lunate da Firenze a Signa, che hanno tutte l'origine dalla più alta, non penso esservi alcuno, che ponga in dubbio la formazione della prima dipendere principalmente dal primo intoppo, in cui s'incontra la corrente, di quella materia grossa, che per qualche accidente, per diminuzione di sua forza, ella depone più da una parte, che dall'altra dell'alveo, creandone quel rialto, che greto, o piaggione, o renajo si dimanda, il quale poi colla sua naturale scarpa carica la medesima corrente ad offesa dell'opposta riva: ma oltre a ciò io fui sempre di parere, che del continuare con serpeggiamento le seguenti rose d'Arno, siccome d'ogni altro torrente, o fiume, che vada tortuosamente vagando per un piano, gran colpa vi abbia ancora la pendenza totale del fondo dalla prima all'ultima rosa, quando essa pendenza sia eccedente, o maggiore del bisogno; come forse, in questa distanza da quì a Signa, le cadute de' mulini, e gli spessi ratti, che vi si veggono, la dimostrano soverchia, ed anche assai inegualmente distribuita.

buita. Che perciò, se dopo riconosciutala per superflua, non si volesse diminuirla con un solo alzamento in fondo (come forse sarebbe meglio nel caso di far il fosso navigante, che dissi, a sinistra di Arno), ma si stimasse necessario piuttosto di moderarla a parte a parte verso ciascuna ripa, e non nel mezzo del canale d'Arno, potrebbe ciò effettuarsi con alcune intraversature del canale medesimo, ma però basse, da farsi ciascuna con più file a gradi collegate insieme di grossi cantoni di smalto, formanti come tante serre su larga pianta, con scarpa assai dolce, e distesa pel verso della corrente, e con la cresta tanto depressa nel mezzo, che per lunghezza di quaranta braccia ella non si sollevasse punto sopra il piano, o fondo naturale del letto d'Arno; ma fuor di questa misura andasse soavemente alzandosi dalle parti con poca sì, ma egual salita fino alle sponde laterali, che già vi fossero andantemente costrutte, e stabilite (in alcuno de' modi sopra spiegati) in forma d'argini, con doppia scarpa, larghi in bocca sei braccia almeno, per comodo passo delle alzaje a cavallo, o a piedi, ed in distanza fra loro di braccia 240. a panno, che tanta larghezza d'Arno da sponda a sponda si giudica esser quì nè scarsa, nè troppa, ma competente allo scarico di questo fiume. Da simili traverse così basse nel mezzo non verrebbe impedita punto la solita navigazione, qualunque ella sia, nè diminuita la total caduta, anzi accresciuta la forza all'acqua di portar più innanzi le materie grosse, e voltandosi la corrente giù pel mezzo di esso canale, le sponde medesime resterebbero più sicure.

Le stravaganze di volte, e rivolte, che dalla valle dell'Inferno fino all'Incisa per lunghezza di circa quindici miglia va facendo Arno sopra a Firenze per quel fertilissimo piano, tutte, a mio credere, procedono dall'eccedente velocità, che egli acquista nel corso con la troppa caduta, che egli ha in tal lunghezza: che se questa caduta discretamente si moderasse con alzarsi tanto, o quanto, e quel che paresse opportuno sopra que' primi massi dall'Incisa, si vedrebbe mortificata la rapidità di quell'acqua, e con l'uso nelle parti gretose de' sopraddetti cantoni, e nelle renose de' sassi, e sto anche per dire delle semplici gabbionate, le quali fanno una mirabil difesa, e sopra tutto con la conservazione delle posticce, e delle piantate, con somma facilità si potrebbe in questo Paese an-

cora ritenere Arno dentro il suo letto, con spesa incomparabilmente minore, e con acquisto di spaziosissime tenute.

Nè si dica, che col suddetto benchè discreto alzamento all'Incisa si manterrebbe Arno più gonfio nelle piene con maggior pericolo d'inondar que' terreni, perchè oltre al rispondere, che tali inondazioni non sono, nè sarebber nocive, perchè in quelle parti Arno, che tostamente vi s'alza, e non men tosto si abbassa, vi conduce, e vi depone tutto oro, soggiungo, che in tanto io proporrei l'alzamento predetto, in quanto io farei capitale, che con quel fior della terra, che passa pel Valdarno di sopra, si andasse da ambe le parti molto bene ricolmando, alzando, e migliorando quella gran pianura fra Levane, e l'Incisa; la quale poi così bonificata volendo difenderla da' trabocchi, non vi è da pigliarsi gran pena, stantechè ogni semplice argine può porla in salvo; anzi questo alla sinistra già vi è quasi per tutto, nè vi bisognerebbe altro che alzarlo qualcosa più, ed ingrossarlo. E se così facile fosse l'assicurarsi dalle rose, come dall'inondazioni, non si proverebbero de' danni da' fiumi, che tanto considerabili si fan conoscere. Poichè se un solo braccio d'altezza d'argine non fosse bastante ad impedire l'espansioni delle piene, col farlo due, tre, quattro, o sei, o quanto bisogna, già si sa, che con essi, ancorchè di schietta rena, purchè ben fatti, ben battuti, e formati, con grandi scarpe, pintate, o infeliciate, o in altro modo coperte, e difese dal venir corrose, e riguardati dall'esser forati, e rotti, si cuoprono, e si difendono dal mare altissimo bassissime Provincie intere. Le difficoltà, ed i pericoli s'incontrano, e spese immense si ricercano in costruir lavori atti ad impedire le corrosioni delle ripe, e quelle in particolare de' torrenti, i quali ad ogni piena variano lo stato loro, e si mutano collo scavare nell'alture, e riempier ne' fondi, voltandosi dove la necessità li trasporta ad offesa or d'una parte, ora d'un'altra, col portar via il suolo stesso, dove gli argini posano; nel qual caso la robustezza, ed altezza loro non serve ad altro, che a facilitar col proprio peso la stessa corrosione, che giù in fondo fa la corrente al lor proprio sostegno. Onde assai più importante si è il premere d'impedire al fiume il corrodere, acciò e' non s'interni dentro le spalle, e ne' coltivati a scavarvi le lunate, e portar via i fondi di que' terreni, che il pensare

pensare a coprirli, e salvarli dalle inondazioni, le quali giovamento, piuttosto che nocumento possono loro apportare.

Finalmente se e' sia più sicuro, e più proprio lunata per lunata (prese coll'ordine sopraddetto) l'intraprenderla, col farsi di sopra a voltare con lavori il corso dell'acqua nel canale, dove e' si pretenda d'incamminarla, o col farsi piuttosto di sotto col serrarle l'uscita, acciocchè gonfiando, ella possa da se introdurvisi, io veramente non mi arrogherei di deciderlo; ma i casi in pronto somministrerebbono forse i motivi alla più opportuna elezione. So bene, che nell'uno, e nell'altro de' modi mi è sortito ottener l'intento: nel primo cioè, più volte sotto Firenze, che la prima fu trenta, e più anni sono l'Isola di S. Mauro, ricuperando, col taglio fatto nel piaggione opposto, e col lavoro da capo, sopra ottantamila scudi di terreno.

Nel secondo modo sopra a Firenze a Varlungo, dove (sotto quella Casa restaurata alla sinistra d'Arno, quando ella era prima alla destra) serrata ch'ebbi l'apertura fra essa Casa, e 'l muro antico di sotto (per la quale usciva allora tutt'Arno, che aveva abbandonato il suo letto), e fatto in quel luogo un argine insuperabile da ogni piena, e sostenuta da capo l'acqua, che cadeva contro la strada maestra, e 'l piano di S. Salvi, riuscì, Dio lodato, il primo anno di voltarla tutta dentro un fosso, già preparato nel fortissimo, ed altissimo greto, creatosi dentro il bel mezzo del letto d'Arno; di assicurare in un tempo la Città, il piano, e la strada; di ricuperare per molte decine di migliaja di Scudi terre fioritissime, e di assegnare l'anno dopo agli Ortolani i lor orti, che per molti anni avanti erano sott'acqua.

E nel proposito di quanto io dissi, che la grandissima scarpa de' lavori, ancorchè esposti agl'insulti dell'acqua, è la massima delle sicurezze, che possa loro conferirsi, parmi notizia da farne gran conto il sapere, che il suddetto argine sotto la Casaccia nel suo interno non è formato d'altro, che di quella semplice, e pura rena, che era quivi contigua; e dovendosi questo ridurre altissimo sopra 'l suo maggior fondo, e farsi perciò grossissimo, e con gran pianta, per renderlo forte, e sicuro, stimai necessario di fargli dare una scarpa nel più alto di più d'un braccio per braccio, col far prima a' piedi di questa un fondamento di grosso

fasso sciolto, ed alzarvi sopra la sodera, o incamiciatura per l'una, e per l'altra faccia con altro fasso del medesimo Arno in forma di selice, e questa poi rinzaffare, ed arricciare con buona calcina, la quale tolse ogni adito ad Arno d'insinuarsi dentro l'argine per offenderlo. Questo con tre altri simili, insuperabili dalle piene, che si fecero altrove in quel tratto di Varlungo, dopo ventitre anni, per la Dio grazia, son in essere ancora, e si manterranno tutti, finchè quelle scarpe di selici vi saranno conservate, e tenute nette dall'erbe, che talora nascono dove, per qualche accidente, quella calcina si stacchi. Anzi sarebbe anche in essere tutto l'operato con legname forte sotto la torre demolita de' Monaci, insieme coll' acquisto, che con piantate, e posticcie s'era fatto davanti al nuovo muro andante, se si fossero costrutti quegli antemurali stabilissimi, che da più anni in quà ho atteso a proporre in carta, ad effetto di stabilire le operazioni suddette sul capitale di quel grosso, e fermissimo muro antico di Pescaja, o di Gualchiera, o d'altro edifizio, che vi si era scoperto di nuovo, e del quale io intendeva a principio valermi per finir di porre in sicuro l'attaccatura del muro andante con ciò, che segue per di sotto. Ma stante le opposizioni di quelli, che io mi credeva esser tenuti a tale spesa, la quale sarebbe allora stata leggiera, converrà forse adesso mutar concetti, e spender anche assai più. Mi penso però, che col suddetto capitale di pescaja antica, operandosi quivi con grossi cantoni di smalto da collegarsi, e murarsi anche insieme, e adattarsi parte a seconda, e parte traverso, e col favore d'una grande scarpa da farsi gradatamente a tal lavoro, acciocchè con forza superiore e' contrasti coll' opposto greto, sia per levarsi con perpetua sicurezza quell' eccessiva caduta, e per voltarsi la corrente pel medesimo greto, che quivi occupa gran parte della larghezza del letto d'Arno. Ben è vero, che la fattura de' cantoni grossi per simili operazioni non si dee differire ad intraprenderla più oltre che alla prossima Primavera, affine d'averli posti in opera avanti al seguente Inverno; e però è necessario, che prontamente sia dichiarato donde abbia da uscire l'assegnamento, perchè vi sia tempo a riscuoterlo; o purchè e' sia d'altrove somministrato, acciocchè la maggior dilazione non renda insoffribil la spesa di così importante riparo.

Ma

Ma troppo, Serm̃o Signore, intorno a tali affari io mi son diffuso in tempo, che l' A. V. S. si può promettere, per lo zelantissimo reggimento del Senatore Alamanno Arrighi, Provveditore della Parte, che le sovraspiegate, od altre più opportune riparazioni de' fiumi verranno meglio pensate, proposte, e soprantese di quel che mi abbia saputo, o mi sappia, e possa far io, dalla rara perizia nell'età vigorosa di Piero Guerrini, il quale, mediante la liberal mano di V. A., ha per più anni veduto ciò, che abbiano inventato gl'ingegni delle più industriose Nazioni oltr'a' monti. Che se io, destinato nella mia adolescenza dal nobil genio del Serm̃o Ferdinando a coltivar le teoriche Matematiche, e nella mia virilità di proprio moto del medesimo Sovrano Mecenate fatto esente dagl'impieghi della Campagna, e di più per benigna, ed unica intercessione dell'A. V. orrevolmente provveduto, affine ch'io potessi quelle e promuovere, ed illustrare, non mi resi, quale essere si richiedeva, adattato alle pratiche, la grave dispiacenza, ch'io n'ebbi, fu alleggerita dalla consolazione di avere, dopo fatte le mie ingenue proposte, ciecamente ubbidito; di aver operato sempre, mercè solo della divina assistenza, con rettissimi fini privi di passioni, e d'interessi; e finalmente di aver conservato all'A. V. S. incontaminata la fedeltà nell'attual servitù prestatale pel corso di cinquant'anni, con brama di continuarla finchè avrò spirito, e finchè la bontà impareggiabile di V. A., congiunta alla sua Reale beneficenza, si compiacerà di compatire in questa mia età cotanto avanzata gl'invalidi sforzi del mio buon cuore.



RELAZIONE

AL SERENISSIMO

GRAN-DUCA DI TOSCANA

COSIMO III.

INTORNO AL RIPARARE, PER QUANTO POSSIBIL SIA, LA CITTA', E CAMPAGNE DI PISA DALLE INONDAZIONI, EC.

DI VINCENZIO VIVIANI

MATEMATICO DI S. A. S.



SERENISSIMO GRAN-DUCA, UNICO MIO SIGNORE.



LA Pianura di Pifa, attraverfata dal fiume d' Arno, può, come è ben noto all' A. V. S., patir inondazioni da due acque, cioè dalle proprie piovane (in cafo maffime di ftagioni ftraordinariamente piovofe), e dalle ftraniere d' Arno fteffo, quando le piene di quefto fopravanzino il livello delle campagne.

All' uno, ed all' altro pericolo ne' paffati fecoli fu feparatamente con opportune operazioni, e con fommo giudizio provveduto; poichè que' Periti, e Intendenti della campagna, dentro a' due piani adjacenti ad effo fiume, l' uno a deftra detto di Val di Serchio, e l' altro a finiftra di Val d' Arno, diftribuirono in fiti proporzionati più, e diverfi foffi capaci, ed abili a trafmetter da loro al mare l' acque pioventi fopra effi piani, con farle prima fcaricare in Fiume morto da quella parte, ed in Stagno dall' altra. Ed in oltre lungo le ripe d' Arno alzarono groffi argini, potenti ad impedire i di lui trabocchi.

Con

Con questi industriosi provvedimenti, e con altri appresso, finchè la Città di Pisa, e 'l suo territorio continuò ad essere ben popolato, esse pianure si mantennero fertilissime di frumenti, e d' ogni bene necessario non tanto a' proprj abitanti, che agli stranieri.

Diminuitasi poi la popolazione, si diminuì in conseguenza l' industria, necessarissima al mantenimento dell' umane, cioè a dire delle caduche operazioni, di quelle in particolare, che debbono contrastare con gli effetti perenni della Natura, la quale nel suo operare mai si stanca.

Per questo mancamento di Abitatori esse pianure si trovan oggi soggette a venir più frequentemente inondate con danni gravissimi de' possessori: non perchè queste sien divenute diverse da quelle che si fossero mille, o due mila anni addietro; poichè, sebbene il declive de' lor fossi potrebbe credersi fatto alquanto minore, per essersi allontanato assai da que' tempi in quà il lido del mare, cioè il mare stesso dove capitano le dett' acque piovane, non è però, che 'l pelo dell' acqua di esso mare, quando è in calma, ed in stato di mezzano flusso, e reflusso, non sia ancora oggi quasi l' istesso; e non è parimente, che 'l suolo delle dette pianure, per sì lungo tratto di tempo, non si sia tanto, o quanto, anzi pur notabilmente rialzato, non sol con le torbide tramandatevi da' monti, e colline, che ad essi piani soprastano, quanto con quelle de' trabocchi o naturali, o artifiziali d' Arno, che dentro a sì gran numero d' anni vi son seguiti; onde è, che in universale la pendenza de' detti fossi dee ragionevolmente esser divenuta maggior che in antico, e che per questa cagione potrebbero tali fossi (fuor che ne' tempi dell' inevitabile impedimento de' venti contrarj) smaltir meglio, o almeno come prima, l' acque proprie, e render fruttifere come prima le campagne, che vi scolano.

Ma giacchè queste in oggi son fertili, quanto furon già (tralasciando d' incolpare, o di metter a parte di tal pregiudizio il fosso navigabile da Pisa fino a Livorno fatto circa . . . anni sono, e quello da Ripa Fratta fin a Pisa di circa 200. anni fa, i quali, benchè destinati per verità a molti usi giovevolissimi alla Città, ed al Commercio con l' attraversar l' una, e l' altra campagna, impediscon non poco

poco a gran numero di fossi, e scoli, massimamente del piano a destra, il condurre con libertà le piovane al mare lor centro) altro non resta a dirsi, se non che ciò sia avvenuto o dall'essersi ostrutte in fondo l'uscite dell' acque loro, o dall' esser trasandati, ripieni, e resi inutili (come è in fatto) molti di que' fossi, e sbocchi, i quali tenevano asciutte, e sane le campagne, o dall' essersi queste infrigidite per l' alzamento dell' alveo, e del livello dell'acqua d'Arno fatto superiore ad esse molte braccia.

Gran parte di rimedio sarebbe dunque, se senza alcun risparmio di spese, con la dovuta fedeltà, e buona economia amministrate, si tornasse dentro al tempo di pochi anni a rimetter in opera, e ridurre allo stato antico tutti que' fossi, e scoli, che più or non operano, con ricavarli, e arginarli tutti insieme con gli altri, che ne avesser bisogno, e tutto nella forma, che richiede l' arte, e'l giudizio del buon Perito, il quale anche sappia disporne, e crearne altri de' nuovi dove più la seguita variazione delle pendenze, e degli esiti lo ricercasse; purchè prima si riaprano gli sfoghi di detti fossi, quello in particolare di fiume Morto, con cavar anche questo dove ne sia il bisogno; ma sopra tutto con raddrizzarlo per la più breve, ristringerlo all' apertura de' ponti, ed arginarlo in moderata distanza dalle ripe fin dentro al mare, con incassarvelo ancora per molte braccia.

Non si debba già intraprendere questa universale riduzione di sbocchi, fossi, e scoli, se allorchè si assegna il danaro per eseguirla, non si destinano anche l'entrate annue, e bastanti a mantenerla dipoi di continuo, con l' escavazioni solite degli altri fossi, e per rinettarli anche ogni anno, e conservarli sempre liberi, e correnti; poichè altrimenti ogni spesa riuscirebbe infruttuosa, e totalmente gettata.

Riaperti dagli estremi Paduli in su gli ostrutti canali di queste campagne, e così facilitato, e restituito loro lo scolo per l'acque proprie (le quali, come ho detto, non posson mai aver commercio con quelle d' Arno, e per tal causa non posson mai venir trattenute, ed esser fatte gonfiar per ringorgo dalle piene, ancorchè massime, di detto fiume) non è da tralasciare di continuar a salvarle ancor dalle forestiere, che son quelle de' trabocchi, e rotture d' argini dell' istesso Arno.

Ciò

Digitized by Google

Ciò parimente (non essendo caso disperatissimo) è facile tuttavia a conseguirsi per lunghissima serie d'anni; poichè, se non bastano gli argini, che annualmente vi si mantengono in vicinanza delle ripe d'Arno, riuscirà operazione di non gran dispendio, ed anche sicura (come praticata in tant'altri Paesi, che han le circostanze di questo), se nell'andarsi di continuo, e di sua natura riempiendo, e rialzando il letto d'Arno, si continuerà, come pur si fa, ad ingrossare, ed alzare i medesimi argini a segno sempre superiore alle dette massime piene; e se di più, a soprabbondante cautela, ne' luoghi di pericol maggiori si faranno dietro a questi i contrargini alti, grossi, e potenti non men de' primi: poichè così, per quanto potrebbe incolparsene il fiume d'Arno, si conseguirà in avvenire, e molto più nell'annate asciutte la bramata sicurezza, ed un'assai competente fertilità delle medesime campagne, ancorchè basse; mentre però (oltre al tener tutti i detti canali ben vuoti, e netti) tali argini, e contr'argini sieu sempre ben vigilati, e custoditi nella guisa, che si osserva dall'Ingegnere, e da' Ministri a ciò destinati, e che tutti i passi, o callaje necessarie, che li attraversano, restino assicurate, se mai occorresse, con muri d'altezza invariabile, e superiore a quella d'ogni piena, e rese facili a praticarsi per via delle solite pedate, e sdruccioli ben distesi da ambe le parti, come stanno di presente quasi tutte.

Se poi, mediante il seguito rialzamento del letto d'Arno, esse pianure si son infrigidite, e son restate sepolte, e si desiderasse di sanarle, e ridurle in istato di maggior pendenza verso il mare, da poter in ogni anno, ancorchè assai piovoso, tramandarvi meglio, e più presto le suddette lor acque piovane (le quali talvolta infettano i detti Piani, e molto più ne' siti più bassi), e si pretendesse ancora di renderle più lontane da' pericoli d'inondarsi per le rotture di detti argini, o per i trabocchi d'Arno, ciò non si potrà ottener mai per altra via, che col risolversi finalmente a non isdegnar le fecondanti torbide di questo fiume, ma a riceverle a luogo a luogo, per rialzarle, e colmarle dall'una, e dall'altra parte, per riempier ancora con essa terra (ma ne' luoghi, e tempi opportuni) tutti i bassi, e paduli, che vi son sparsi. E contuttochè questa massima, ed essenzialissima operazione apparisca impraticabi-

le,

Digitized by Google

le, ſtante la diverſità, e moltiplicità de' Padroni, che vi poſſedono; non è però, che interponendoviſi la benigna autorità, e la incomparabile clemenza dell' A. V., ella non ſia poſſibile a ridurſi all'atto (come in altri tempi è ſeguito in parte) con ſoddisfazione intera de' poſſeſſori; come ſarebbe o col far diventar, per a tempo, tutto il paeſe, che ſi pigliaſſe a colmare, d'un Padrone ſolo, pagando agli altri in quel mentre un'aggiuſtata retribuzione, o col far con eſſi baratti, o in altra miglior forma, purchè tali colmate ſi faceſſero in buon modo con l'ordine, che l'arte richiede, e che vuole la convenienza, ed il fine, che debbe averſi di non infermare, o deteriorare i terreni ſani, e buoni, per voler acquiſtar ne' paduli, o per ſanare, o migliorare i terreni infermi, o di qualità inferiore.

Per evitar queſti dannoſi effetti, convien prima diſporre, e perfezionar in tal guiſa l'uſcita dell'acqua d'Arno, che ha da far le colmate, che queſta non poſſa impedire, o tener in collo l'eſito delle piovane del Paeſe ſementativo, o gli ſcoli della Città, o pur dar ripiego a queſt' acque per altra via; e dopo meſſe in difeſa le terre buone, cominciar a colmare per grande altezza, e non in fretta, a impreſa per impreſa le terre più lontane dal mare, ed inſieme le più proſſime ad Arno, cioè più remote da quegli ſcoli, che debbon ricever poi le lor acque piovane, e dipoi le altre terre di man in mano per traverſo fino a' predetti ſcoli, per continuar con tal ordine a colmar l'altre tenute per diſotto, che ſi vanno accoſtando al mare.

Queſta, per mio antico parere, è l'unica maniera, che uſar ſi poſſa con ſicurezza, per reſtituire alla Città di Piſa, ed a' ſuoi territorj la ſalubrità dell'aria, la copioſa popolazione, e l'antico pregio d'eſſere il granajo della Toſcana, e di contender in queſta parte con la Sicilia; ed a queſto partito o per tempo, o tardi ſi ha per neceſſità da venire una volta.

Ma (volendo laſciar nello ſtato, in che or ſi trovano, queſte campagne) il pretender di eſimerle del tutto, e in perpetuo con la ſteſſa Città di Piſa dalla neceſſità di alzare, e di fortificar di continuo, come or ſi fa, i muricciuoli di queſta, e gli argini di quelle, ſenza alzar le ſtrade, e le fabbriche di eſſa Città (quelle almeno contigue ad Arno), e

ſenza

senza alzare, e colmare, come ho detto, con le torbide di questo fiume le suddette campagne, sarebbe, a giudizio mio, un pretendere l'impossibile, per essere assolutamente impossibile il rimuovere totalmente, e per sempre le cause naturali, e potissime di tal necessità d'alzamento di muricciuoli, ed argini, fra le quali la prima si è la gran quantità d' arena, e di terra, che di continuo, ed oggi assai più che ne' tempi andati conduce con se questo fiume, o torrente, e gli altri, che vi mettono le lor acque, con rapirla da' monti già vestiti di boscaglia, ed ora del tutto spogliati, e che si coltivano, e con scavarla dalle ripe laterali, ed inermi delle pianure, per le quali e' passano; la qual materia, come grave, e libera, non ostante l'acquisto dell' esterno impeto progressivo è necessitata finalmente a deporsi col proprio suo discensivo, ed in tal guisa a riempiere, e rialzare perpetuamente il letto d'Arno; e mediante l'inegualità di resistenza di dette ripe tenute senza difesa, e per la diversità degli ostacoli, che le sue acque vanno incontrando, è forzata essa materia grave a creare a luogo a luogo i piaggioni, o gomiti, e congiuntamente le rose, o contraggomiti opposti; e così allungando il viaggio, e togliendo all'alveo parte del suo declive, viene a formare una tortuosità dopo l'altra, nelle quali urtando l'acqua, e perciò ritardandosi, ella si alza in detto alveo assai più, che se per via diritta, e libera vi corresse: effetti tutti necessarj, ed oramai noti, e palesi a chiunque punto vi osserva.

Inoltre cause validissime, e concorrenti a far riempier il fondo di Arno da Pisa in su, e ad alzarsi perciò in tempo di piene la superficie dell'acqua più del suo naturale, sono i tre Ponti dentro la Città, i quali, mediante le medesime ripienezze, son ridotti nell'altezza quasi incapaci dell'escrescenti, massimamente quel di mezzo di minor luce degli altri, e che ha il fondo impedito, e ripieno da gran copia di sassi; e tutti hanno i lor archi con poco sfogo, in particolar ne' lor fianchi, e questo sfogo va di continuo mancando: che però una volta converrà alzarli tutti con diverso sesto, e centinatura più capace, e più svelta ne' detti fianchi.

Concorrono potentissimamente, e forse sopra ad ogni altra causa ad operare questi mali effetti i venti contrarj di Libeccio, Mezzogiorno, e Sirocco,

Sirocco, i quali reprimono, e quasi fermano, anzi talor rispingono all' in su il corso ad Arno, lo fanno eccessivamente gonfiare, e crescer d'altezza, ed in questo mentre ei depone la materia con più facilità, ed in più copia.

Aggiugnesi il necessario discostamento del lido del mare da Pisa mediante le proprie arene, che con quelle d'Arno vi rispingon l'onde marine, allorchè regna alcuno de' suddetti venti, i quali formano incontro alla spiaggia più ordini di scanni, banchi, dune, o cotoni, che si chiamino, ed obbligano Arno a voltar la sua bocca or da una parte, or dall'altra, obbedendo al vento, che domina, col crearvi bene spesso un argine, o capezzale, che serra la detta bocca, mentre Arno con le sue mezze piene depone in se le sue torbide in maggior copia; ma poi crescendo in altezza, e traboccando quel capezzale, vi fa l'apertura, che bisogna al suo scarico.

Da questo discostamento di lido, e perciò allungamento di canal d'Arno ne segue appresso la diminuzione di quel poco di declive, che in distanza di più di sei miglia ha il pelo della più bassa acqua d'Estate del medesimo Arno da Pisa sin al pelo del mar quieto.

Da tal diminuzione di declive d'Arno ne vien ancora qualche scapito alla sua velocità, per condurre al mare le proprie acque: benchè nell'alzarsi alle maggiori piene egli ricuperi da se la caduta, che gli bisogna per isgravarsene, ma non però così prestamente.

A questi, e simili effetti, che l'uomo suol chiamare disordini (benchè sien ordini necessarj e per natura della terra, e dell'acqua, da' quali niuna parte di questo Mondo va esente) non par convenevole il cedere, allor che s'intenda ben una volta d'intraprender l'impresa massima, e sicurissima dell'universale alzamento de' terreni con le torbide d'Arno, ma di differirla per ora sul motivo del poter riuscir di troppo dispendio, e forse insoffribile da que' soli, che vi possedono: onde potrà esser tenuta prudente risoluzione il far intanto le operazioni non superflue, quelle cioè, o che avrebbero a precedere, o da andar insieme con la suddetta massima operazione delle colmate.

Nel caso nostro dunque, e nel presente stato d'altezza, o bassezza, che dir si voglia, di queste campagne, debbonsi porre in campo i rimedj

Digitized by Google

dj più facili, e praticabili, che a misura delle forze possono almen trattenere i mali maggiori, e sien di qualche preservativo dal cader così presto negli ultimi precipizj, ed abbiano per oggetto di ridurre primieramente la Città di Pisa con le sue campagne non tanto obbligate a difendersi coll'alzamento degli argini, e de' muricciuoli, nè così sottoposte al timore de' trabocchi dell'ordinarie massime piene d'Arno, come dicesi essere state soggette da quindici, o venti anni in quà, non già, a creder mio, per l'aggiunta di nuova causa, ma per lo concorso di tutte le solite insieme, e ciascuna in se medesima augumentata.

Or dopo aver io in questo, ed in altri tempi riconosciuto quasi tutto il Paese, e sentito non solo a parte, che d'avanti al Conte della Gherardesca, General Commissario per l'A. V. in questo Stato di Pisa, e premurosissimo in tali affari, le prudenti riflessioni di esso, del Cavalier Gasparo Leoli, del Prior Orazio del Seta, di Giovanni Lanfranchi, con ciò, che ha voluto rappresentare il Capitan Santini, Ingegnere, e quanto s'è potuto ritrarre dal Provveditore Lanfranchi, e da' subordinati Ministri dell Uffizio de' Fossi, e da altri, che hanno cognizione di queste materie; sarei di parere, che tralasciando per ora l'uso del solito trabocco alla Fornacetta, come che io lo reputi tanto inutile alla Città di Pisa, quanto è dannoso alla pianura del Val d'Arno, e differendo di trattar dell'altro alle Bocchette, già è gran tempo dismesso; siccome sospendendo la proposta escavazione del fosso d'Arnaccio, e di far adesso l'universale addirizzamento del fiume nelle svolte, che sono fra'l Callone, e Pisa, parmi, dico in ristretto, che per adesso, oltre alla sopraccennata riduzione di tutti i canali, o scoli delle pianure, si potessero porre ad effetto nel fiume d'Arno tutte le operazioni, che con sua aggiustata relazione espone ora all'A. V. S. Cornelio Meyer, espertissimo Ingegnere Olandese, fatto venir quà da Roma a tal effetto, e col quale di comandamento di V. A. mi son trovato ultimamente alle visite, ed all'esame del tutto, concorrendo interamente alle quivi dichiarate Proposizioni, consistenti in primo luogo in voltar l'uscita d'Arno a sboccar in mare per quel sito più opportuno, e più breve, con quella direzione di taglio, o canale, ch'egli reputa più propria, ed a quel vento stimato da esso il men nocivo, siccome per que' modi, e con quei

ripari

ripari di paſſonate, ed altro, che come da uomo creduto praticħiſſimo in queſti maneggi d'acque, e di sbocchi di fiumi in mare, vien propoſto dalla di lui perizia, alla quale ſpecialmente in queſto particolare debbo totalmente rimettermi, per non aver avuto mai campo di oſſervare, come eſſo, e veder in opera in diverſe ſpiagge di mare agli sbocchi de' fiumi, che portan rena, lavori ſimili a quello, col quale ei pretende di liberare, ed aſſicurare per molte decine d'anni l'uſcita di queſto Arno dal venir riſerrata, o impedita con le proprie arene, e con quelle del mare ſteſſo da qualſiſſia vento contrario, e che vi ſi faccia, e mantenga di continuo baſtante fondo.

Dipoi per due, o trecento braccia ſopra le ſuddette paſſonate verſo Piſa in continuazione di eſſe far alle ripe lavori opportuni, e ſtabili di ſteccate ripiene a ſcarpa di faſcine, e cariche a ſuolo a ſuolo di ſaſſo, o in altro modo, che più proporzionato pareſſe al predetto Ingegnere Meyer, parendomi neceſſario di tener quivi incaſſate le piene dentro ad una più moderata larghezza di letto, quale ſarebbe di 90., o al più 100. braccia, che è alquanto maggiore, che fra le ſuddette paſſonate, ed alquanto minore, che nel canale di ſopra, affine d'obbligarle così unite, e riſtrette dentro a' detti ripari, e dentro agli argini, da farviſi inſuperabili dalle piene, a portar via la materia groſſa con più velocità, ed a farvi, e conſervarvi maggior fondo, per ottenere in ogni ſtato d'altezza d'acque lo ſcarico di queſte al mare ſenza oſtacolo, ed anche il libero tranſito delle barche, quando tale vi ſi deſideri.

E perchè io non trovo diſordine più pregiudiciale, nè di maggior impedimento alla velocità d'Arno, che l'averlo ne' tempi andati laſciato ſcorrer a briglia ſciolta per le pianure, e prenderſi eccedente larghezza di letto dove ha potuto, con perdita di ſuo declive dentro a' ſuoi giri, ed il non aver coſtumato di riparar le ſue ripe, ancorchè diritte, ma ſolo gli argini (poichè, dopo aver Arno corroſele quaſi tutte, ſol allorchè minacciava di demolire i detti argini, ſono queſti piuttoſto ſtati rimoſſi di luogo, e tirati indietro col ceder terreno al fiume, che cercato di ridurlo, e di conſervarlo dentro un alveo di non ſproporzionata larghezza), vorrei per almen ora cominciare appoco appoco, e con induſtria particolare a coſtituire ad Arno il canale almen dalla detta riparazione in

ſu

fu verso Pisa dentro a diritture più proprie, con assegnargli una larghezza molto minor di quella, ch' egli s'è preso, riducendolo a parte a parte a braccia 120., o al più 130. per mezzo di lavori da farsi se non come sponde andanti da ambe le parti, almeno separati, purchè l'uno difenda l'altro a se inferiore, e questi o sieno ali, o sproni di steccate ripiene con fascine, che facciano scarpa verso la corrente, e caricate con sasso, o sieno puntoncelli in forma d'argine da fabbricarsi con sasso mescolato (in particolar ne' fondi maggiori, e di suolo men stabile) con prunami, o con scopa, o con altro legname sottile, e per quanto possono restar fuor dell' acqua con legname verde, che possa germogliare, e far macchia: o pur sieno in forma di mezzo monte da situarsi a ripa ne' minor fondi, e più stabili; purchè tutti questi, o altri sì fatti lavori sien posti sotto 'l calor de' primi più forti, i quali sieno applicati a' capi delle rose, e dove la corrente non abbia ancor preso vigore nella caduta, e che non sieno esposti a venire separati dalle ripe, e lasciati in isola; e tutti debbon farsi, e dispensarsi nè luoghi, che l' inferior lavoro abbia qualche sicura difesa al di sopra, e non piantati soli nel bel mezzo delle rose più prossime agli argini, dove la corrente fa manco forza, ed obbliga a spendervi perpetuamente per sostenerli in piedi. Convien ancora, che questi sieno fabbricati più bassi, con maggiori scarpe, di forma meno acuta, di giro più ampio negli angoli, che fanno con la ripa, e meglio rincalzati di quelli, che ne' passati giorni ho veduto messi in opera quì in Arno sopra, e sotto Pisa: e soprattutto che siano collocati in siti più opportuni de' sopraddetti, acciocchè si rendano stabili, e difendano, oltre agli argini potenti, le ripe ancora, le quali debbono scarparsi poi con maggior pendenza di quella de' predetti mezzi monti, o puntoni, e foderarsi per ultimo, e infelciarsi con sasso per quanto ell' alzano; come tutto fin quì con altri simili avvertimenti ho in altri tempi spiegato in scritto, e ultimamente in voce, e sul fatto stesso al predetto Ingegnere Capitan Santini, al quale, siccome ad ogni altro, si posson conferir le regole universali di far questi, e simiglianti ripari, ma non già l'avvedutezza nell' eleggere le forme, le misure, la qualità, i modi, ed i luoghi proporzionati di fabbricarli, e dis-

Digitized by Google

porli, o d'inventare, e prendere partiti aggiustati alla varietà de' siti, e de' casi, che si presentano.

Se poi l'esperienza mostrasse in fatto, che tali lavori di tutto sasso di cava sciolto, o quelli anche da mescolarsi con pruni, e macchia, o altro legname sottile, ancorchè ben collocati, e meglio costrutti, non riuscisser poi stabili, nè proporzionati in ogni luogo alla natura del suolo, e de' fondi d'Arno in questo Territorio di Pisa, grand' errore sarebbe il continuarli con gettar via le spese, benchè fossero leggierissime; ma in tal caso non è dubbio, che l'Ingegnere vi userebbe altri modi di difender gli argini, e le ripe d'Arno, e soprattutto quelle fra 'l mare, e Pisa, acciocchè il fiume si conservi dentro alla detta larghezza rimoderata.

Inoltre, dentro agli acquisti, che si andassero facendo per via de' sopraddetti ripari, si dovrà tener sempre piantate di legname d'ontano, tamerigia, salcio, vetrice, e simile, e dell'istesso armarne anche le ripe frapposte, dopo avere stabilito loro bene il piede, o fondamento con stipa, e sasso, ridottele a scarpa, e foderatele col medesimo sasso di cava.

Per accrescer ancor maggior impeto alle piene, e diminuir loro in conseguenza l'altezza dentro la Città, concorrerei al far quel taglio, e addirizzamento nel gomito, che è immediatamente sotto Pisa incontro a Barberecina, di evidente ostacolo al libero corso d'Arno, contenendosi nell'operato col modo espresso nella relazione del predetto Ingegnere Meyer, con introdurvi però la più bass' acqua di estate (affinchè l'operazione riesca sicura) con l'ajuto di passonata, o di altro lavoro da farsi alla parte opposta, che ve la spinga. E perchè l'acquisto del letto vecchio in quel seno si riempia, ed alzi di terra più presto, per poterlo ridurre a coltura, sarà espediente il piantar nelle prime disposizioni legname verde sottile, e spesso, che vaglia a trattener più le torbide, poichè in breve la valuta di tal acquisto potrebbe compensar la spesa di detto taglio.

Sarebbe ancora operazione di molto accurata provvidenza il rifar il Ponte a Mare, prima che rovini, che Dio ne liberi, come ne minaccia, sentendo, ch'ei vada qualche poco allargando le sue rotture ec.

Quan-

Digitized by Google

Quanto alla nuova ſtruttura di queſto, mentre non ſi voleſſe d'un arco ſolo (come pur ſarebbe poſſibile con l'agevolezza del tranſito, e con ſtabilità da non ne aver mai timore), o la farei di tre archi ſoli, dopo aver fatte le due pile, ben fortificati i fianchi, e fattevi le loro ali di groſſo, e ben fondato muro tanto ſopra, che ſotto al Ponte, o pur a rifare, come ſta, di cinque archi ſulle pile vecchie, dopo che queſte ſi foſſero rifondate con ſicurezza, e riſtaurate; con impoſtar però tutti gli archi nuovi aſſai più alti de' vecchj, e con garbo di tutto ſeſto, o di altra figura, la quale conceda a' fianchi maggiori sfoghi di quelli, che hanno di preſente.

Anche il Ponte della Fortezza ha due archi rotti, che dimoſtrano aver ceduto le pile, e per eſſere il primo eſpoſto all'impeto delle piene, ed agli urti del legname, che ſeco portano, è più pericoloſo degli altri a rimaner demolito da sì gran carico; onde converrà pur rifondar le ſue pile, per liberar il ponte dalla rovina; ed allora ſi potrebbe ſollevar ancora i ſuoi archi.

E perchè immediatamente ſopra queſto Ponte della Fortezza nel Comune di San Jacopo vi è il primo gomito, che lo copre, e fa traviar la corrente d'Arno dal ſuo proprio, e diritto ſentiero, impedendogli l'imboccar a ſquadra, come converrebbe, e come forſe imboccava già i quattro archi di detto Ponte; ſarebbe ancora di notabil profitto lo ſpuntarlo, e levarne via qualche parte, con far però lavori nel contra gomito abili a mantener ſempre diritto quella parte d'alveo, per lo quale abbiano adito le piene di introdurſi in Piſa con maggior velocità, e perciò con minor altezza di quella, con cui vi entran ora, che nell'urtare in tale ſvolta ſon forzate a ritardarſi, e gonfiare, e con l'obbliquo lor corſo far violenza alla ſponda murata d'Arno dentro la Città.

Dopo fatte nel progreſſo di tre, o quattro anni (non potendoſi in meno) le operazioni principali fin quì eſpoſte con l'ordine dichiarato (che ſon quelle ſteſſe della relazione di detto Ingegner Meyer), le quali tutte (non compreſevi quelle intorno a' ponti) per le notizie date de' prezzi da' Miniſtri dell' Uffizio de' Foſſi non eccedono ſcudi 20. mila, ſi può ſtar oſſervando il profitto, che ſe ne ſpera, e di-

Q 2 poi,

Digitized by Google

poi, secondo gli eventi, prender risoluzione se si debbano far, o no tutti gli altri addirizzamenti di gomito sopra Pisa.

Per ultimo, se il fatto, e 'l tempo dimostrasse, che questi suddetti lavori (i quali, come ho detto, debbon per buona regola precedere agli altri) non fossero bastanti, converrà allora, che pensi chi ne averà l'incombenza a far qualche gran canale non già per uso di trabocco fregolato (come s'è praticato alla Fornacetta da più decine d'anni in quà), ma di diversione, co' modi, e nel luogo, che verrà stimato poter veramente riuscir profittevole.

Nel rimanente non sia mai chi si persuada, che l'industria, e l'arte possa vincere la forza della Natura, allorchè per giusto voler divino, dopo essersi i monti carichi di neve, si sien congiurate in un tempo stesso le lunghe, universali, e rovinosissime piogge, con venti contrarj alla corrente del fiume: imperciocchè (come si ha dalle storie di tanti secoli scorsi) se Firenze, anzi pure se Roma stessa sotto la formidabile potenza de' suoi Imperatori, e dipoi di tanti Pontefici, non ha potuto rendersi esente dalle irreparabili inondazioni, che di tempo in tempo l'hanno soggiogata, e sommersa, molto meno se ne potrà esimer Pisa, esposta di sua natura, e non men di Roma, a simiglianti sinistri, da' quali solo Dio può salvarla. Che è quanto in esecuzione de' riveritissimi comandi dell' Altezza Vostra Serenissima, alla quale umilissimamente m' inchino.

Di Pisa 12. Aprile 1684.

Di Vostra Altezza Serenissima

Umil., Div, Obbed. Servo Obblig.
Vincenzio Viviani.

SCRIT-

SCRITTURE
DI
GIO: DOMENICO
CASSINI
MATEMATICO
DI S. M. CRISTIANISSIMA
CONCERNENTI IL REGOLAMENTO DELL'ACQUE DEL BOLOGNESE, E DEL FERRARESE.

Digitized by Google

Digitized by Google

SCRITTURE
DI
GIO: DOMENICO CASSINI
MATEMATICO
DI S. M. CRISTIANISSIMA

CONCERNENTI IL REGOLAMENTO DELL'ACQUE DEL BOLOGNESE, E DEL FERRARESE.



Relazione dello ſtato violento dell' acque del Bologneſe, e del modo più facile per ridurle allo ſtato naturale.



Ue ſorte d' acque ſcendono nel territorio Bologneſe, che da' confinanti nella parte inferiore o trattenute, o dal loro natural corſo divertite, o finalmente confuſe in un ſeno, mentre debbono in alvei ſeparati ricettarſi, cagionano danni incredibili non ſolo al paeſe inferiore con rotte, ed inondazioni frequentiſſime, con continuo pericolo di ſommergere i paeſi, ed abitazioni ſoggiacenti, ma ancora al ſuperiore, con privarlo di ſcoli neceſſarj alla fertilità de' terreni. Sono queſte l' acque chiare, e l' acque torbide. Acque chiare chiamiamo quelle, che le ſteſſe campagne, dalle piogge irrigate, ſtillano continuamente in canali particolari profondati ne' terreni, per mezzo de' quali ſi portano per rivi maggiori alle valli inferiori, alle quali pur ſi riducono l'acque ſorgenti ne' medeſimi terreni.

Acque torbide del Bologneſe ſono quelle, che dal vicino Appennino con corſo aſſai rapido, e particolarmente ne' tempi piovoſi diſcendono alla pianura, ove per la maggior parte unite in un alveo, formano il fiume Reno, che da' monti, onde precipita, rodendo il terreno, porta materia, che l' intorbida. Te-

Digitized by Google

Tenevano i nostri Padri totalmente separate queste due sorte d'acque, sicchè per diverse vie a' suoi termini si conducevano, e certamente con buona regola, poichè le torbide con la deposizione delle materie, che portano, vengono appoco appoco ad innalzar i suoi alvei; sicchè per trattenerle è necessario munirli d'argini, onde poi si riducono finalmente a portarsi sopra la campagna; il che poco importa, purchè vadano liberamente, ancorchè sostentate, al suo termine; ma li condotti d'acque chiare necessariamente debbono esser bassi, e profondarsi ne' terreni, altrimenti non possono le campagne aver in essi lo scolo necessario alla fertilità.

I condotti dunque dell'acque chiare sboccavano, come oggidì, nelle Valli di Marrara, che per molte bocche si scaricavano immediatamente nel Po di Primaro. Ma il Reno, che porta l'acque torbide, direttamente nel Po di Ferrara s'incamminava; ivi misto con l'acque del Po s'inoltrava nel Ramo di Volano, come pur faceva Panaro, che più sopra nel medesimo Po di Ferrara s'introduceva. Dopo che il Po, apertasi alla Stellata più spaziosa bocca nel Ramo di Venezia, uscì per quella con sfogo maggiore, nè più trasmise le acque per la più angusta, ed obbliqua via nel Ramo di Ferrara, e l'acque del Po di Ferrara, contro il proprio corso, voltarono indietro alla Stellata, seguendo il Ramo di Venezia, non ha dubbio, che il Reno avrebbe seguitato la strada medesima della Stellata, come appunto fece Panaro, se poco prima non fosse stato dal Po di Ferrara nelle valli divertito.

Fu dal Po di Ferrara divertito con disegno di volerlo riporre subito fatta l'escavazione del Po di Ferrara, che a quei tempi si meditava, per introdurvi di nuovo dal Po grande acqua sufficiente per una navigazione Reale; ma conosciuta poi l'impresa poco men che impossibile, massime dopo aver Panaro, e 'l Po di Ferrara rivoltato indietro il corso, doveva rimettersi al primiero luogo, di dove o si sarebbe anch'egli portato alla Stellata, ovvero avrebbe continuato il suo viaggio per Po di Volano; ma i Ferraresi, interessati per non riceverlo, hanno sempre procurato di dar maggior colore alla possibilità dell'introduzione del Po, ed in questa maniera perpetuar la dimora del Reno nelle valli.

Richiedevano almeno le valli, turgide di nuova acqua, nuovi sfoghi

per

per li quali si scaricassero, e nell'introduzione appunto ne furono destinati molti; cioè il cavo Zenzalino, che scarica Marrara in Marmorta, quel della Bastia, che porta l'acqua di Marmorta in Po, molte altre bocche in Primaro, e finalmente le Chiaviche Paoline, che scaricavano il Po di Primaro nelle valli di Comacchio, in distanza di ben 14. miglia dal mare, essendo paruto impossibile, che per alveo sì stretto si potesse condurre tanta mole d'acqua per sì lungo spazio, che vi restava; ma nè le Chiaviche Paoline furono giammai adoperate, per essersi la fabbrica di esse con la prima prova aperta con una gran fessura, che anco oggi si vede, e forse ancora per non danneggiar le valli di Comacchio con introduzione d'acque impetuose, e torbide: i cavi da una valle all' altra, o da' torrenti della Romagna pur divertiti nelle valli, sono interriti, ovvero anche attraversati con argini, le bocche, e chiaviche, fatte per introdur l'acque delle valli in Po in vicinanza di Ferrara, sono chiuse, e sostentano l'acque stesse in altezza di quattro, e più piedi sopra l'acqua del fiume, come alla chiavica de' Mambri abbiamo veduto, e misurato.

Or chi dirà, che questo sia lo stato naturale delle valli, e che tutta quest'altezza sopra il Po non sia causata da' ripari fatti alle bocche, dove avrebbero naturalmente a scaricarsi? Se non vi fossero interposte le gran moli d'argini fatti non dalla natura, ma dall'umano artificio, che sole le discontinuano dal Po, potrebbero nemmeno un pelo star sopra di quello innalzate? Le pianure vastissime, che da questi quattro, e più pie di d'acqua alzati sopra la natural superficie delle valli restano inondate, e quelle più su, che restano non più tanto alte sopra la nuova superficie, che possono scolarsi, ed in conseguenza di soverchio umore imbevute, affatto s'insterilifcono, possono elleno chiamarsi di sua natura vallive sterili, e per arte prima del tempo bonificate, come dicono i Ferraresi? o non piuttosto da questa evidente caduta, che sempre hanno avuta sopra il Po, chiaramente concludesi, che fossero di sua natura fertili, e nuovamente dall'acque trattenute insterilite? Non è già più basso il Po di Primaro di quel che già fosse ne' tempi andati, anzi, come tutti gli altri fiumi di pianura, si è alzato di letto. Le pianure dunque, ora coperte d'acqua innalzata, che hanno tanto declivio sopra il Po innal-

zato, molto maggiore ne avevano già sopra il medesimo più basso, sicchè quando l'acque non stavano più alte del Po, erano discoperte, e feconde; e vogliono i Ferraresi ridurre a delitto, ed ingordigia l'industria de' Bolognesi nelle bonificazioni, come troppo intempestiva, alla quale sono dalle nuove escrescenze dell'acqua necessitati, per restituire la pristina fertilità a' loro terreni.

Se si leveranno i violenti ritegni alle valli, e si lascieranno aperti li dovuti sfoghi, quante pianure già discoperte, ora coperte dall' acqua trattenuta, di nuovo si scopriranno? quante si feconderanno? Quante sono appunto quelle, che corrispondono alla pendenza di 4., o 5. piedi in questi siti di così poco declivio, che non arriva a mezzo miglio per piede. Ma se non si sfogano in maniera, che l'acqua, che continuamente ci entra, non n'abbia libera l'uscita, in qual altezza saranno necessitate a trattenersi? qual vastità di paese giornalmente non allagheranno? quai pericoli finalmente non sovrasteranno alla vicina Città di Ferrara, già di presente molto inferiore alla superficie delle valli in questa guisa sostentate?

Sarà dunque affatto necessario dare i sufficienti sfoghi alle valli non solo nel Po, ma ancora nelle valli inferiori fino al Mare, non essendo in alcun modo sufficiente il Po di Primaro a ricever tutte l'acque, che scendono nelle valli.

Avanti la diversione del Reno, e degli altri Fiumi della Romagna, fu calcolato, che non era il Po di Primaro capace della quarta parte dell'acque, che possono entrar per tanti altri canali nelle valli; vedasi dunque com'è possibile, che oggidì entrandovi, oltre tutti quei canali, il Reno, e gli altri fiumi della Romagna, si scarichi nelle piene tutta l'acqua delle valli nel mare per l'alveo del Po di Primaro; per conseguenza quanto egli è necessario aprire altri sfoghi sufficienti a portare al mare l'acque, che per tanti canali vi s'introducono, quando ancora ne fossero rimossi i fiumi nuovamente introdotti.

Ma scaricar le valli dal peso soverchio dell'acqua, senz' altra provvisione, non basta: il Reno, da che sbocca nelle valli colle sue torbide, le ha talmente interrite, che la navigazione vecchia da Malalbergo a Ferrara per la via più breve per mancamento di fondo si è

ab-

Digitized by Google

abbandonata, e presa una tortuosa strada verso il mare, che raddoppia la lunghezza del viaggio, questa ancora, abbassate che fossero le valli in uguaglianza al Po di Primaro, resterebbe in secco, e sarebbe necessario scavarla per la via più breve nel nuovo interrimento fattovi dal Reno: operazione, che più che volentieri si farebbe, e si promoverebbe con l' istess' acqua del Canal Naviglio, o ancora con l' introduzione di quello di Riolo, e di Scorsuro nel nuovo canale fino a Ferrara.

Il mantenimento però di questa navigazione, che anco de' canali d' acque chiare, che corressero per le valli, sarebbe impossibile, mentre Reno continuasse a sboccarvi, perchè ben presto di nuovo con le sue torbide l' interrirebbe.

Sarà dunque affatto necessaria la rimozione del Reno dalle valli sì per lo mantenimento della navigazione, che dopo la escolazione delle valli si caverebbe rettamente da Malalbergo a Ferrara, sì per lo libero esito dell' acque chiare nelle valli, e la comunicazione di queste col Po di Primaro, o colle valli inferiori. Al che per simil ragione sarebbe giovevole la remozione dell' altre torbide della Romagna, da' Ferraresi proposta, acciocchè queste non interrissero i cavi, e le bocche nella maniera, che oggidì si vede aver l' Idice interrito il cavo Zenzalino.

Dimostrata la total necessità della rimozione del Reno dalle valli, vediamo qual ricetto debba al presente darsegli, che sia conforme a quel che richiede la natura stessa, e l' equità. Essendosi il Reno divertito nelle valli con espressa intenzione di restituirlo in breve al pristino corso fatta l' introduzione dell' acque del Po grande, se fosse stato possibile, ogni dettame di ragione, e di giustizia richiede, che per quella strada si conduca il Reno al mare, per la quale di presente si condurrebbe, se non fosse stato nelle valli divertito. Se già non fosse stato divertito, quando l' acque del Po di Ferrara rivoltarono indietro il suo corso, e voltarono seco quelle di Panaro al Po grande alla Stellata, l' acque del Reno o si sarebbero rivoltate a quella parte, ovvero avrebbero continuato il suo corso nel Po di Volano; adunque o nel Po grande, o nel Po di Volano debbono ricettarsi l' acque del

Digitized by Google

Reno, cioè o per quella ſtrada, che prima facevano, o per quella, che di preſente ſarebbero. Ma è aſſai più poſſibile, che ſi foſſero voltate alla Stellata sì per eſempio di Panaro, che ſempre è andato in compagnia del Reno, in maniera che prima della diverſione negli accidenti, che voltava Panaro verſo la Stellata, ſeguitavalo il Reno, e poi unitamente ritornavano verſo Ferrara, come anche per l'inclinazione, che vi ha l'acqua del canal di Cento, che sbocca nel Po di Ferrara, la quale, ſe da un argine, che attraverſa queſt'alveo vicino al Bondeno, non foſſe impedita, a quella volta pure con Panaro s'incamminerebbe.

L'acque poi, che verſa Reno nelle rotte dalla parte di Ponente, le quali, ſuperato anche il canal di Cento, vanno a sfogarſi per le chiaviche di Bondeno in Panaro, che già era Po, moſtrano abbaſtanza l'inclinazione, che ha Reno a quella parte, di ſeguitare con Panaro il Po grande alla Stellata, dove pure dalle livellazioni è certo, che ha il Reno molto maggior caduta, che non ha in pari diſtanza nelle valli, anzi, ſe crediamo a' più probabili ſuppoſti dell'Argenta, e d'altri, tanta ne ha alla Stellata, quanta al mare, correndo il Po da quel termine ſino al mare ſenza minima caduta, e ſolo in virtù dell'impulſo precedente.

Là dunque s'incamminerebbe, rimoſſi gli argini, che lo divertiſcono nelle valli, introdotto che foſſe nell'alveo, da cui prima fu divertito; ſicchè là pure, per non tenerlo più in ſtato di violenza, dee laſciarſi correre. A queſta ragione non ſolo dovrebbero quietarſi i Ferrareſi, ma anco gli altri Principi confinanti, non trattando i Bologneſi di condurre Reno per altra via di quella, che avrebbe preſa da ſe ſteſſo, quando non foſſe ſtato rimoſſo dal ſuo priſtino luogo; e ſiccome, ſe da ſe ſteſſo aveſſe preſa quella volta, niuno avrebbe potuto impedirlo, così al preſente non vi è ragione d'impedire quella via, che per ſe ſteſſo avrebbe ſpianata.

Rimettaſi il Reno nell'alveo vecchio: chi può vietarlo? Leviſi l'argine al Bondeno, che non v'era quando fu rimoſſo il Reno, e laſciſi correre a quella parte, che da ſe ſteſſo prenderà: chi può querelarſi?

Non richiedono altro i Bologneſi, che rimetterlo dove anderebbe, ſe non foſſe ſtato rimoſſo: per rimetterlo dove andava, non domandano di

con-

condurlo per l'altrui possessioni, ma per alvei sempre per l'addietro occupati da fiumi. E se varj partiti hanno proposto per condurlo al Po grande, l'hanno fatto per ajutare, e facilitare con più breve corso l'istessa esigenza della natura, quando se ne fossero contentati i Ferraresi, compensando con altre utilità il danno, che fossero stati per avere nell' introdurre il Reno ne' loro coltivati terreni.

Come dunque non si soddisfanno della verità de' partiti proposti i Ferraresi, amplificando inconvenienti, che ne risulterebbero? Via su, chiudansi l'orecchie ad ogni altro partito, che a questo di lasciar correre il Reno dove per se stesso (tolti gl' impedimenti) correrebbe; così s' adempiranno i voti de' Bolognesi; così s' eseguiranno i Brevi di tanti Sommi Pontefici; così finalmente si leveranno gli attacchi de' litigi, e l'occasione di tante querele ai Ferraresi.

Forse i Ferraresi stretti da questa ragione, per escluderla, instaranno, che si scavi l'alveo di Primaro, per introdurvi l'acque del Po grande, e restituirle la navigazione, e poi vi s' introduca il Reno, conforme la Bolla di Clemente Ottavo. Al che si risponderà, che conceduto essere tale introduzione possibile, la quale però è stata dimostrata impossibile dallo stesso Aleotti, Perito eruditissimo de' Ferraresi, e per tale approvata da tutti gli altri Periti mandati da Roma a quest' effetto, e per tale supposta da' Pontefici stessi, che hanno ordinato la condotta del Reno al Po grande, senza far più menzione dell' escavazione del Po di Primaro, e di nuovo con ragioni a parte si dimostrerà esser impresa almeno d' incertissima riuscita, di spesa intollerabile, ed impossibile a mantenere; cessa nondimeno la necessità di tenere al presente nelle valli il Reno, fino che sia fatta l' escavazione del Po di Primaro, perchè potendosi voltare alla Stellata, non porterà le sue acque nel Po di Primaro, come fa di presente, anzi darà comodità di scavarlo da Ferrara fino al mare; il che non si potrebbe fare adesso senza rimuoverlo, mentre manda di presente le sue acque in Primaro.

Voltisi dunque prima Reno alla Stellata, e poi si faccia quella escavazione del Po di Primaro, che più piace; indi voltisi il corso al Reno, se sarà allora giudicato espediente, e si continui poi lo scavamento del Po di Ferrara fino alla Stellata, per introdurvi quella parte del Po grande, che basta alla pretesa navigazione. Cer-

Certamente se a' tempi di Clemente Ottavo fosse andato il Reno alla Stellata, o fosse stato creduto possibile il voltarvelo, si avrebbe avuto questo per miglior partito, per dar comodità all' escavazione del Po di Primaro, che voltarlo nelle valli. Cessando dunque il motivo, per cui fu rivoltato, debbe ora levarsene; anzi mentre lo stesso fine, per cui fu voltato nelle valli, vien meglio effettuato con voltarlo alla Stellata, colà anco a fine dell'escavazione del Po di Primaro dee rivoltarsi. Vedano dunque i Ferraresi, che mentre fanno istanza, che sia escavato Primaro, si mettono in necessità di voltar Reno alla Stellata, almeno intanto che si faccia la richiesta escavazione.

A' ripieghi, che propongono i Ferraresi, come concernenti alla stravagante diversione, che disegnerebbero di far nelle valli, non si debbono altre risposte, che questa in generale, che essendo quelli ordinati ad un fine direttamente opposto a quello, che abbiamo dimostrato richieder la natura stessa, l'equità, e'l pubblico bene, non vi è occasione di applicarvi. Quanto poi appartiene ad altri partiti, che siano almeno indifferenti, e che non ripugnino al pubblico bene, non saranno mai i Bolognesi, purchè conseguiscano il loro intento, per farli minima opposizione. Onde rimosso dalle valli il Reno, seco acconsentano, che s'aprano sfoghi di valle in valle fino al mare, e si conducano direttamente i fiumi della Romagna pure al mare; poichè in effetto queste proposizioni sono concernenti al ben pubblico, a cui l'istanze de' Bolognesi sono unicamente ordinate.



PON-

PONDERAZIONI

AL SIGNOR

CARDINAL BORROMEI

DE' DANNI DEL RENO

Osservati nella visita di Sua Eminenza.



EMINENTISSIMO, E REVERENDISSIMO PRINCIPE.

HA Vostra Eminenza nel corso di questa sua visita veduto con gli occhi proprj i danni cagionati dalla dimora del Reno nelle valli, di gran lunga maggiori della fama, e superiori ad ogni credenza; poichè lo stato delle cose, che in tutte l'altre visite de' Commissarj Apostolici fu dichiarato violento, e bisognoso di risoluto rimedio, ora si è ridotto a tal termine, che non può più lungo tempo sussistere.

Già le valli tutte tra il Reno, e 'l Santerno grandemente interrite dalle torbide, quanto si sono alzate di fondo, altrettanto verso le parti superiori si sono dilatate in ampiezza, occupando i paesi circostanti già fertili, e riducendo col trattenimento degli scoli a sterilità i lontani, già ne' tempi delle piene sormontati tutti i dossi interposti, formato di cotanti seni un sol mare, che appoggiati nella parte inferiore al solo argine sinistro del Po di Primaro, unica difesa delle valli in Comacchio, e di gran parte del Polesine di San Giorgio (essendo il destro anche nello stato ordinario sormontato dalle valli rialzate) quello urta in maniera, che non è più bastante nella solita grossezza a sostentare tanto carico.

Ha perciò veduto Vostra Eminenza la nuova forma d'arginatura di lunghezza in queste parti straordinaria, e rinforzata di nuove banche a spese della Camera Apostolica, che piaccia a Dio, che sia bastante, crescendo sempre più la forza superiore col maggior rialzamento

to

Digitized by Google

to delle valli. Già manca da questo lato la terra necessaria al riparamento, onde è necessario nell'avvenire pigliarla di quà dal fiume nel Territorio di Ravenna; il che quanto sia svantaggio per ripararsi da pericolo imminente, che alla giornata può succedere, non ha bisogno di esagerazione.

Nè sono infrequenti i pericoli, anzi nè meno i danni delle rotte, avendo Vostra Eminenza veduto il sito di due, succedute una nella Legazione del Signor Cardinal Donghi, l'altra del Signor Cardinal Cibo, ben molto prima predette da Monsignor Corsini, benchè di presente la spesa, che si sarebbe di ripigliar le rotte imminenti, si prevenga con quella di riparare i luoghi deboli.

Ma nella parte superiore, ove dall'una, e dall'altra parte si mantiene arginato il Po, l'argine destro, che dee difendere la campagna dall'acque del Po, fa contrario effetto, e difende il Po dall'acque de' fiumi laterali, per la nuova massima di non ammetterle, finchè non siano chiarificate, nelle valli, in un alveo, che finalmente dalla natura è ordinato a riceverle chiare nelle piene; ma si ottenne, non essendo le valli di tal capacità, che possano trattenerle tanto, che depongano la torbida; al che l'esperienza mostra ricercarsi una quiete di tempo non così breve.

Con questa massima, che come origine evidente di molti mali dovrebbe meglio ventilarsi, tengonsi ora chiuse tutte le bocche di Gaibana a Ferrara; ed a Gaibana dal nuovo regolatore, e dall'argine, che attraversa il Po, vien sostentata l'acqua delle valli più di quattro piedi, ed un quarto, quanto sia l'altezza d'un uomo, sopra quella del Po, con cui dovrebbe equilibrarsi: è necessitata una porzione del Reno a ritornare indietro per otto miglia verso Ferrara, per voltare in Volano ad uso della navigazione, ove giunta vedesi soprastata altri piedi 4., e once 3. dall'acqua della valle, come dalla livellazione fatta l'anno passato contro la Porta di S. Paolo, e dall'occhio stesso è manifesto; e pure per la bocca de' Masi, che fu assegnata allo sfogo del Reno dalla San Martina in Primaro, e Volano, che nella visita del Signor Cardinal Gaetano fu misurata la larghezza di pertiche 18., ora chiusa, dovrebbe anche in questo luogo l'acqua delle valli discender

all'equi-

all' equilibrio del Po, e non minacciar di tanta altezza la Città, e fortezza di Ferrara col Polesine di San Giorgio, e necessitare ad alzar tanto gli argini per la non mai più sicura difesa quei di Primaro da Gaibana a Ferrara, di Poatello da Ferrara a Po rotto, di Reno vecchio fino all' inteſtatura, e per la corrispondenza l' uno, e l' altro argine di Reno a Ponente, e Levante, fino ad otto miglia in circa sopra la Terra di Cento, nell' altezza straordinaria, che Vostra Eminenza ha veduta, non altronde cagionata, che dal violento sostentamento dell' acque nella Sanmartina, ove mette capo il Reno, essendo necessario, che quanto s' innalza il termine, altrettanto si alzi la linea della sua caduta.

E pure con tanta spesa nell' arginature, che ogni giorno cresce maggiore fino all' intollerabile, quanti paesi già fertili, e deliziosi non vengono difesi, ma abbandonati alla discrezione dell' acque?

Esposto, e desolato ha veduto Vostra Eminenza tutto il Territorio Ferrarese a destra del Reno dalla Confina di Bologna fino all' inteſtatura di quà, a destra di Reno vecchio fino a Po rotto, e continuando a destra di Poatello fino alla Città, e più giù per lungo tratto, non servendo più l' arginatura ad altro, che a tener escluso Reno dagli alvei vecchj, a' quali, come se avesse senso, si vede con ogni sforzo inclinare, potendo difficilmente esser tenuto dagli argini interposti, a' quali già mancando in molti luoghi la terra da riparare, è necessario portarla per ponti di là dal Po. Con tanti sforzi vengono mantenuti a total destruzione della Campagna quegli argini, che furon già drizzati a difenderla.

Per l' abbandono di questo destro lato del Reno viene a restare esposto alle sue spansioni il lato Boreale de' Bolognesi fino a' condotti di Riolo, e di Scorsuro, scoli principali della miglior parte del paese superiore ridotti per gl'interrimenti dall' ampiezza, non disdicevole a fiume, ad angustia di fossi ripieni, e senza moto, dall' infelicissimo stato de' quali può ben congetturarsi quanto inestimabile sia il danno, che per mancanza di scolo patisce la maggior parte della pianura Bolognese. E sebbene abbiamo la facoltà di riparare gli argini da questa parte sul Ferrarese, siccome l' hanno i Signori Ferraresi nella parte oppo-

sta tra il Dosso, e la Confina per spazio di 6., o 7. miglia sul Bolognese, ove eglino di là alzano a nostre spese monti d'argini eccedenti il bisogno, ed uso ordinario del Reno, da essi ci vien controverso l'alzar di quà un arginino a difesa di quelle campagne, e scoli, che non tanto dalla semplice dimora del Reno nelle valli, quanto dal sostentamento violento dell'acque nella parte inferiore vengono danneggiati; onde è, che fino a tanto che da Vostra Eminenza ci venga opportunamente provveduto, non occorre, che mettiamo mano all'escavazione di essi condotti, mentre subito dall'espansioni delle torbide del Reno di nuovo ci potrebbero essere interriti, benchè come Vostra Eminenza ha notato il Ponte del Molinazzo dal veder l'acqua di questi due condotti equilibrata con quella della Valle, poca utilità possa sperarsi da tale escavazione, finchè sarà la Valle mantenuta in questa altezza, e così sempre torna da capo la necessità assoluta della total remozione del Reno; pure di due mali, a' quali sono soggetti questi due condotti, uno di non poter smaltire le sue acque comuni a tutti gli altri, che sboccano in queste valli; l'altro del continuo interrimento cagionato dall'espansioni immediate delle torbide, è pur meglio medicarne uno, che lasciarli ambidue incurabili.

Da che Vostra Eminenza vide l'altro sostentamento dell'acque della Valle a Gaibana, e Ferrara, seppe congetturare quanto fosse necessario, che nelle parti superiori si fosse dilatata la Valle, qual vastità di Paesi privata di scolo in sito quasi orizzontale, a cui poche once di pendenza per miglio corrispondere. E quando intese tal sostegno esser necessario al mantenimento della navigazione, che per altro già sarebbe asciutta, congetturò qual fosse l'interrimento delle valli: del tutto ha veduto il confronto ovunque si è compiaciuta di portarsi, poichè la navigazione, che per sfuggir l'interrimento la terza volta è mutata, ed in ultimo, per allontanarla quanto fosse possibile dalle torbide, per un lunghissimo giro condotta a circondare la Valle di Marrara, si è veduta ridotta a tale, che questo istesso anno è stato necessario escavar le lame saggiate col Reno di poca profondità, e di fondo sangoso in segno più che probabile di molta deposizione; nè in somma si è trovata in alcun luogo tal profondità d'acqua, che detrat-

ti 4.

ti 4. piedi dell'altezza del foftegno, non fi riduceffe o in fecco, o in molto poca altezza.

Similmente i trattenimenti degli fcoli, da tal foftentamento cagionati, fi fono da Voftra Eminenza offervati al Poggio sì nelle quiete dell'acque, come nelle campagne di Ravenna, che prima fcolando felicemente in Riolo, ora rimangono conche arginate molto inferiori al pelo del Riolo, e delle valli, e da una fertilità celebre ridotte ad eftrema fterilità.

Quefto foftentamento d'acque a Ferrara, cagione di tanti mali, non fi vide nella vifita di Monfignor Corfini, ove nella livellazione del fecondo giorno, che fu li 9. di Gennajo del 1625. alla Bocca de' Mafi, il pelo della Valle non aveva caduta fopra il pelo del Po, anzi nè meno fopra il fondo di Primaro, nè fopra il fondo di Volano folo p. 3. e mezzo. Veda dunque Voftra Eminenza quanto fono accrefciuti i difordini, e quanto bifogno abbiamo di pronto rimedio.

Noi per quefto ci fiamo riftretti ad una linea di diverfione, che dando efito reale all'acque, ne alleggerifce le Valli, il Po di Primaro, ed in confeguenza libera dal continuo pericolo la Città, e Fortezza di Ferrara, il Polefine di San Giorgio, e le Valli di Comacchio; rifana tutta la parte del Ferrarefe a deftra di Reno, e di Poatello, e di Primaro: riftora tutto il Bolognefe, e gran parte della Romagna per lo fcolo più felice, che acquifteranno nelle valli fceme, e nel Po magro: dà luogo a conftituire una navigazione perpetua, e di breve linea: allontanandofi da dieci miglia in circa da Ferrara verfo Ponente, porta lontani i pericoli: intraprende fra fe, e Panaro poca lingua di terra, che per effere in fito alto, farà facilmente provveduta di fcolo: paffa per terreni in gran parte inculti: fervefi in gran parte d'argini, e di cavi antichi: non muove nè Panaro, nè Burano, nè il condotto di Santa Bianca, come già facevano le altre già propofte: lafcia intatta la Sanmartina, e Cafaglia, e tutti i loro fcoli, nè porta neceffità di muovere altro condotto, che il canale di Cento, a cui non mancano modi per provvedere di compenfare l'utile, che porta dell'acque, e della naviga-

Digitized by Google

zione. Ha esempio di sicura riuscita da Panaro, di cui aveva molto più felice corso, e molto miglior ingresso nel Po, di cui mentre questa diversione non sia per portar maggiori disordini, che certamente per l' elezione della linea saranno minori, non arriveranno giammai ad una minima parte de' presenti; le quali cose confidiamo, che dalla somma accortezza di Vostra Eminenza saranno con esquisitissima bilancia ponderate.



SCRIT-

Digitized by Google

SCRITTURE
CONCERNENTI IL REGOLAMENTO DELL' ACQUE DEL BOLOGNESE, E DEL FERRARESE.

SCRITTURA PRIMA.



Opo essere intervenuto alle visite dell' acque del Bolognese, e del Ferrarese fatte nel Pontificato di N. S. Alessandro Settimo dagli Eminentissimi Borromei Legato di Romagna, e Imperiali Legato di Ferrara, continuate nelle legazioni degli Eminentissimi Bandinelli, e Franzoni, a cui successe nella Legazione di Ferrara l' Eminentissimo Bonvisi, fui chiamato da Sua Eminenza in Ferrara per dire il mio parere sopra una proposizione del Marchese Bentivogli di ristabilire, ed augumentare la navigazione di Volano. Quest' alveo, che va da Ferrara fino al mare, ricevea già una gran parte dell' acqua del Reno, che dopo aver passato contro Ferrara per lo cavo del Ducasino a Gaibana, si faceva entrare nell' alveo antico di Primaro, dove rigurgitava per lo spazio di sei, o sette miglia verso Ferrara; ma questo medesimo alveo di Volano era capacissimo di tutta l' acqua del Reno, ed era bene arginato, di modo che la più grande difficoltà, che si presentasse allora, era il timore, che tutta l' acqua del Reno entrandovi torbida, non fosse per interrirlo.

Sopra di che essendo richiesto dall' Eminentissimo Bonvisi di dire il mio parere, feci una scrittura nel *1666.* li 10. Maggio in Ferrara, di cui do il ristretto.

CErcato se il Reno introdotto in Volano sotto la Città di Ferrara fosse per interrirlo, si risponde, che quando l' alveo di Volano fosse inteslato sopra l' introduzione del Reno, dimodochè nelle piene non potesse rigurgitare, nè dilatarsi nella parte superiore, ma fosse necessitato a proseguire direttamente il suo corso, cesserebbe ogni pericolo d' interrimento; la ragione di quest' asserzione è l' esperienza costante, che noi abbiamo, che sebbene l' acqua del Reno dopo molti, e molti anni sia corsa torbida nel cavo del Duca, nelle Valli di Marrara,

questo

Digitized by Google

questo cavo nondimeno si mantiene ancora per profondo, benchè intestato nella parte inferiore; il che dovrebbe aver cagionato interrimento, senza la velocità, che ha in questo cavo.

E benchè la parte dell'acqua del Reno, che si fa prestamente rigurgitare in Volano, vi entri spesso torbida, come abbiamo più volte osservato; nondimeno non ha punto interrito lo spazio dell'alveo, che ella vi occupa, e tanto interrimento vi sarebbe, quanto più copiosa sarebbe l'acqua, che vi s'introdurrebbe, e quanto più grande sarebbe la sua velocità. Al presente si fa un gran danno all'alveo di Volano di far perder all'acqua del Reno, che v'entra, cinque piedi di caduta, con farle fare fino a Gaibana un giro superfluo di tredici, o quattordici miglia, quando non ne passa lontana, che di poche pertiche, e ciò sotto pretesto, che debba rischiararsi per questo circuito; il che l'esperienza mostra non riuscire, e non esser punto necessario.

Se dunque si lasciasse andar tutta l'acqua del Reno in quest'alveo di Volano, ove ne va al presente una parte, e vi si conducesse unita, e per la strada la più corta, non solamente s'avrebbe una comoda navigazione senza pericolo di perderla, ma cesserebbero i danni, che cagiona il rimanente di queste acque, che ne sono escluse.

Tale era allora il mio parere secondo lo stato, e la disposizione di quei luoghi, che può aver variato dipoi, benchè io creda, che la variazione, che sarà arrivata, non sarà sì grande, che anche al presente questo non sia il partito più pronto, e meno dispendioso, che possa prendersi per provvedere nel medesimo tempo ai danni del Reno, e stabilire una buona navigazione da Ferrara al mare, tutta nel Ferrarese. La caduta dell'acqua torbida del Reno contro la Città di Ferrara sopra la medesima, che ritorna di Gaibana per entrare in Volano, era, a ragione di un piede in diecimila piedi in circa, un poco minore, che la caduta della corrente della Senna sotto Parigi, che è d'un piede, quattro once, e due terzi nel medesimo spazio di dieci mila piedi, come s'è osservato con una grandissima diligenza, per servire di regola alla condotta dell'acque torbide a una sì gran distanza del mare.

Parigi 25. Maggio 1693.

Gio: Domenico Cassini.

SCRIT-

SCRITTURA SECONDA.

PEr poter giudicare del partito più convenevole allo ſtato preſente delle coſe, biſognerebbe avere le ſeguenti informazioni.

I. Sapere ſe dopo la pianta levata nel Pontificato della Santità d' Aleſſandro Settimo, ſiano arrivate mutazioni conſiderabili nel corſo del Reno, nella valle, nella navigazione di Bologna, e nello sbocco degli altri condotti principali, e vederle diſegnate nella medeſima pianta, ove ſia notato ſin dove il Reno va di preſente arginato, ſin dove va incanalato nello ſtato ordinario dell' acque, e dove, e come ſi ſparge nelle valli.

II. Se l'acqua del Reno corre più nel cavo del Duca, ſe entra più nel Po vecchio a Gaibana, ſe di lì ritorna più in Volano. Sapere la caduta dell' acqua del Reno, che corre al preſente più vicina alla diramazione di Volano ſopra il fondo, e ſopra il pelo dell' acqua di Volano, delle foſſe della Città, e del cavo del Barco, e del Canal Bianco ſopra il pelo ordinario dell' acqua del Po grande, e la caduta del Po grande nelle ſue eſcreſcenze ſopra il medeſimo cavo, e l' altezza preſente degli argini di Volano, e del Po ſopra queſte acque, e ſopra il piano della campagna; ed in fine la caduta di Volano, e di Primaro ſulle valli di Comacchio, vicino al capo di Goro, e a Longaſtrino.

III. Sapere a qual diſtanza di Ferrara, Primaro, e Volano ſi riſentono del fluſſo, e rifluſſo del mare, potendo ſervir molto queſta notizia a giudicare del mantenimento de' loro alvei.

IV. Se il muro antico della Chiavica Pilaſtreſe ſuſſiſte ancora: ſapere quali ſiano le maggiori, e le minori eſcreſcenze del Po in queſti tempi ſopra la ſoglia antica della medeſima chiavica, per poter comparar facilmente lo ſtato preſente a quel che s'è oſſervato molti anni ſono.

Queſte notizie ſervirebbero a giudicare quali de' due partiti debbano preſerirſi, o quello dell' introduzione del Reno in Volano, di cui ſolo ho parlato nella ſcrittura paſſata, per averlo veduto più vicino di qualunque altro ad eſſere accettato dalle parti; o quello dell' introduzio-

zio-

Digitized by Google

zione del Reno in Po grande, di cui non ho al presente che dire più di quello, che ne dissi all'occasione di tre Scritture presentate l'anno 1657. alla Santità d'Alessandro Settimo dal Marchese Tanara, Ambasciatore di Bologna, che essendo impresse nella Stamperia della R. Camera Apostolica, potrebbono esser vedute da quei, che sono su i luoghi, e conferite alla presente disposizione de' siti.

La maggior parte di queste ricerche si faranno verisimilmente fatte quest'anno, essendo necessarie a precedere le deliberazioni da prendersi; e se restano a farsi, non dimanderanno molto tempo, purchè si schivino le operazioni superflue.

La visita de' luoghi può suggerire se v'è altra cosa, che richieda d'essere particolarmente osservata per l'esecuzione de' fini, che si propongono.

Parigi li 31. Maggio 1693.

Gio: Domenico Cassini.

SCRITTURA TERZA.

POichè ciò, che scrissi l'anno 1657. sopra la proposizione di recapitare il Reno in Po grande, è sparso in diverse scritture, m'è paruto bene di sceglierne ciò, che merita più particolarmente d'esser considerato. Questa proposizione in generale fu fatta la prima volta dall'Aleotti, Perito illustre Ferrarese, a nome della sua Città l'anno 1600. in Roma, e fu pubblicata nel suo trattato stampato in Ferrara l'anno 1605. in questi termini, lasciato il superfluo.

Prepareremo un cavo, che levi il Reno da Mirabello fino quasi al Bondeno, e tra questo termine, e Vigarano chiuderemo il Po di Ferrara, e lo lascieremo andare in compagnia del Panaro nel Po grande alla Stellata, arginandolo bene con argini grossi, ed alti ec.

Questo piccolo sito era accomodato alla disposizione della natura, essendosi osservata dal medesimo Aleotti, e dal Mengoli, come appare nelle loro scritture, stampate in Ferrara l'anno 1600., e 1601., che Reno, e Panaro, quando il Po grande era basso, correvano verso di esso

esso alla Stellata, benchè, quando il Po grande era alto, corressero ambedue nel Po verso Ferrara.

L'esperienza ha fatto conoscere, che questa proposizione era riuscibile senza alcun pericolo di disordine, poichè Panaro s'è rivoltato interamente nel Po grande, dopo essersi attraversato il Po di Ferrara con un argine, che ha impedito, che non solo Panaro, ma nè meno alcuna parte del Po di Lombardia passasse più nel Po di Ferrara; di modo che al presente il Po nelle sue piene ha di più tutte l'acque del Panaro, e tutte quelle del Po, che si sfogavano in prima nell' alveo di Ferrara.

In breve spazio di tempo dopo l'introduzione di Panaro in Po, la maggior copia dell'acque nelle piene ha servito a scavarlo maggiormente col maggior peso, e colla maggior velocità del moto; di modo che il Po, che l'anno 1600. s'alzava piedi venti, e mezzo dalla sua bassezza fino alla sua maggior altezza, per l'osservazione fatta l'anno 1657. non s'alzava dopo molti anni fino a diciannove piedi. Le osservazioni, che si faranno fatte nuovamente in quest'anno straordinariamente piovoso, daranno luogo di comparare l'escrescenze di questi tempi alle antiche, e faranno maggiormente conoscere, se Panaro, e il Po di Ferrara, ritenuti nel Po grande, nelle piene l'hanno fatto augumentare, o diminuire. Le misure antiche dell' Aleotti sono certissime, e non dee dubitarsi, che quelle, che si faranno prese al presente, non siano esatte, sicchè comparando l'une, e l'altre, non s'abbia la certezza del fatto.

Ma quanto ad aggiungere il Reno col Panaro, pare più di ragione, perchè Panaro ha proporzionato il Po vecchio, che prima era capace di più fiumi, alle sole sue acque; ma ora il Reno può condursi per la più corta in Po dal medesimo termine di Mirabello proposto dall' Aleotti fino a Palantone, termine molto più basso, e molto più a seconda del Po, che non v'entra Panaro.

Si farà verificato nuovamente quanto alti siano al presente gli argini del Po grande sopra le sue maggiori escrescenze, e siano per sopravanzare a bastanza il poco d'altezza, che può aggiungervi il Reno, potendosi al presente calcolare quest' altezza con maggiore esattez-

Digitized by Google

za, che non facevano gli antichi, i quali non avendo alcun riguardo alla più grande velocità dell' acque, supponevano, che l' altezze si augumentassero ne' fiumi a proporzione dell' acque introdotte, che ora per le ragioni, e per l' esperienze si trovano augumentare con proporzione molto minore. Si sarà ancora osservato come possa farsi abbassare il Po grande con perfezionare il cavo incominciato dall' Eminentissimo Cardinale Donghi a Ariano, e si sarà calcolato quale può essere questo abbassamento in proporzione dell' alzamento, che può fare l' acqua del Reno introdotta in Po grande.

In somma il confronto di tutte l' osservazioni, fatte sopra questi particolari, darà maggiore lume della riuscita di questa proposizione.

Parigi 1. Giugno 1693.

Gio: Domenico Cassini.



MISURA
DELL' ACQUE CORRENTI
RICERCATA CON NUOVO METODO

DAL DOTTOR

DOMENICO GUGLIELMINI.

Digitized by Google

Digitized by Google

MISURA
DELL' ACQUE CORRENTI
RICERCATA CON NUOVO METODO

DAL DOTTOR
DOMENICO GUGLIELMINI
LIBRO PRIMO,

In cui ſi propone la general dottrina della velocità.



DEFINIZIONI.

I.

Acqua corrente intendiamo quella, che pel momento della ſua propria gravità diſcende per gli alvei de' fiumi, ovvero dei canali verſo il centro de' gravi.

II. *La ſezione naturale* d'un fiume è la comune ſezione dell'acqua corrente col piano, che ad angoli retti ſega il fondo, e l'una, e l'altra ripa del fiume; la quale eſſendo per lo più varia, nè da poterſi ridurre a regola, perciò:

III. *La ſezione artifiziale* d'un fiume s'intenda come fatta in un fiume, il fondo del quale ſia parallelo all'orizzonte, e le ripe ſra di loro parallele, e perpendicolari al fondo; la qual ſezione ſarà ſempre un parallelogrammo rettangolo.

IV. *L'altezza viva* dell'acqua corrente, ovvero della ſezione è la linea perpendicolare tirata dalla ſuperficie dell'acqua alla baſe della ſezione, la qual baſe ſia diſpoſta in maniera, che ceſſata la corrente non poſſa rimanere in eſſa niente d'acqua ſtagnante; la quale ſi chiami col nome ſolo di perpendicolare.

V. *La*

Digitized by Google

V. *La velocità naturale* dell'acqua corrente è una forza non da alcuna causa estrinseca cagionata, mediante la quale qualche parte dell' acqua è atta a scorrere in qualche tempo un determinato spazio, ed essendo questa varia in varie parti più, e meno remote dalla superficie, perciò:

VI. *La velocità massima* sarà quella, mediante la quale alcune parti dell' acqua sono atte a scorrere in qualche tempo maggior tratto rispetto all' altre, ovvero quella, la quale supera l altre velocità, che sono nella medesima perpendicolare.

VII. *La velocità media* è quella, che essendo in qualche parte dell' acqua della medesima perpendicolare, è tale, che se con essa scorressero le parti superiori, e le inferiori, scorrerebbe per quella perpendicolare misura eguale d'acqua a quella, che scorre essendo ineguali le velocità; ovvero è quella, che di tanto è superata dalle maggiori velocità, di quanto ella supera le minori.

E per maggior intelligenza delle suddette diffinizioni si supponga la perpendicolare A B talmente immersa sotto la superficie dell' acqua corrente, che il punto A sia nella superficie, e il punto B nel fondo. Le parti dell' acqua fra A, e B, come l' esperienza fa noto, hanno diverse velocità, e noi a suo luogo lo dimostreremo. Imperocchè nella superficie sono minori, e quanto più sono lontane dalla superficie sono maggiori. Che se queste velocità si esprimeranno per via di linee rette, sarà la B C la velocità della parte dell'acqua, che si ritrova in B, la D E la velocità dell' acqua in D; e così sempre. E per essere B C massima fra le linee B C. D E. F H. G I, essa B C si chiamerà massima velocità; ma la velocità media diciamo v. g. la linea F H, se ella è tale, che posto che tutte le parti dell'acqua, che scorrono per A B, abbiano velocità eguale alla velocità F H, la medesima quantità d'acqua scorre per A B nel tempo, che da B è portata in C, di quella, che scorre nel medesimo tempo colle diverse velocità B C. D E. F H, ec., ovvero se la velocità F H si supponga esser superata da tutte le velocità fra F, e B con l'eccesso H M C eguale all'eccesso, col quale ella superi le velocità fra A, ed F, v. g. all' eccesso K L H.

VIII. *Il complesso della velocità* è un' unione di tutte le velocità, che

Fig. 1.

che sono in tutte le parti dell'acqua poste nella medesima perpendicolare, ovvero nella medesima sezione. Come nella figura superiore il complesso delle velocità della perpendicolare A B è la figura A B C H K.

IX. *Le sezioni egualmente veloci* sono quelle, nelle quali le velocità medie sono eguali; cioè per le quali l'acqua scorre con la media velocità eguale.

X. *Le sezioni inegualmente veloci* sono quelle, nelle quali le velocità medie sono diseguali. E più veloce si dice quella, che ha la media velocità maggiore dell'altra, e così al contrario.

XI *Quantità d'acqua* intendiamo tutta la mole dell'acqua, che in un dato tempo scorre per una data sezione.

XII. Quello, che abbiamo detto intorno all'egualità, ed inegualità delle sezioni, è da applicarsi ancora alle perpendicolari. Siccome quel che si è detto delle velocità nelle perpendicolari, è da applicarsi proporzionalmente alle sezioni. Il che è da dirsi ancora intorno alle velocità massime, medie, ec., che si debbono applicare alle sezioni.

ASSIOMI.

I. Nella medesima sezione artificiale qualsivoglia perpendicolare ha la medesima, o eguale velocità massima, media, minima ec. rimossi gl' impedimenti di contatto, di fregamento, e qualsivoglia altro estrinseco impedimento.

II. Le velocità diverse si debbono fra di loro comparare rispetto agli spazj, li quali possono scorrere nel medesimo, o egual tempo con moto equabile.

DIMANDE.

I. Data qualsivoglia quantità, poterla intendere figurata, o ridotta in qualsivoglia figura del medesimo genere, v. gr. una figura piana, in un triangolo, in un rettangolo, ec., una solida, in un prisma, o in una piramide ec. della medesima dimensione.

II. Date quali si vogliano quantità, poterle assegnare per via di rette linee, che abbiano fra di loro la medesima proporzione, che le dette quantità.

PRO-

PROPOSIZIONE I.

Stando un fiume nel medesimo stato, per tutte le sue sezioni passano eguali quantità d'acqua in tempi eguali.

Siano due sezioni A D. E H del medesimo fiume. Dico, che la Fig. 1. quantità dell'acqua, che passa per A D, è eguale alla quantità dell'acqua, che passa per E H in tempo eguale.

Imperocchè se maggior quantità d'acqua passasse per A D, che per E H, il fiume fra A, ed E continuamente crescerebbe; il che è contra il supposto: se minore quantità ne passasse per A D, che per E H, il fiume fra A, ed E continuamente scemerebbe; che è parimente contra il supposto. Se dunque nè maggiore, ne minore quantità d'acqua passa per A D, che per E H, ne passerà eguale quantità dall'una, e dall'altra sezione; il che ec.

PROPOSIZIONE II.

Se l'acqua passando per qualche sezione, o per qualche perpendicolare in un dato tempo, s'intenda ridotta in un prisma retto, la base del quale sia la sezione, l'altezza del prisma sarà la media velocità di quella sezione.

Sia la sezione A D, sopra la quale, come base, s'intenda figurata in un prisma retto C F la quantità dell'acqua corrente per essa in Fig. 1. un dato tempo. Dico, che l'altezza A E è la media velocità della sezione A D.

Imperocchè se tutte le parti dell'acqua dentro il rettangolo A D scorressero con eguale velocità, mentre la parte C è portata in G, la parte A sarebbe portata in E, B in F, D in H, e tutte le parti del rettangolo A D alle sue parti corrispondenti del rettangolo E H: e però se tutte le velocità della sezione A D fossero fra di loro eguali, l'acqua naturalmente si ridurrebbe alla figura del prisma C F: ma il prisma C F è eguale all'acqua, che passa con diverse velocità per la sezione A D: adunque per la medesima sezione scorrerebbe una eguale quantità d'acqua con la velocità A E, ovvero C G, a quella, che scorre con diverse velocità nel medesimo tempo; e però A E, altezza del prisma, sarà la velocità media; il che ec. Il

Il medesimo si dimostrerà dell' acqua, che passa per la perpendicolare A C, se si intenda il prisma aver per base il rettangolo A G.

PROPOSIZIONE III.

Nelle sezioni del medesimo fiume le velocità medie sono in proporzione reciproca delle sezioni.

Siano le sezioni A D, I M: dico come la velocità media della sezione I M alla velocità media della sezione A D, così essere la sezione A D alla sezione I M. *Fig. 2. e 3.*

S' intendano le quantità dell' acqua, scorsa in tempo eguale per l' una, e per l' altra sezione, figurate in prismi retti, la propria sezione de' quali gli serva per base; e sia della prima il prisma A H, e della seconda il prisma I N. E perchè eguale quantità d' acqua scorre nel medesimo tempo per A D, che per I M, saranno i prismi A H, I N eguali; ma le basi de' prismi eguali sono in reciproca proporzione dell' altezze: adunque A D ad I M sarà come I P ad A E; ma I P è la velocità media della sezione I M, ed A E è la velocità media della sezione A D: adunque come è la velocità media della sezione I M alla velocità media della sezione A D, così sarà la sezione A D alla sezione I M: il che ec. *Prop. 1. di questo.* *Prop. 19. dell' 11. d' Euc.* *Prop. 2. di questo.*

COROLLARIO.

Da questa Proposizione è chiaro ancora il converso della medesima, cioè che se le sezioni, e le velocità medie delle medesime sezioni stanno fra loro in reciproca proporzione, le quantità dell' acque saranno fra loro eguali: imperocchè i prismi, che hanno le basi, che reciprocamente si rispondono coll' altezze, sono eguali fra loro. *Prop. 30. de l' 11. d' Euc.*

PROPOSIZIONE IV.

Le quantità dell' acque, che scorrono in tempo eguale per sezioni ineguali, ma egualmente veloci, stanno fra loro come le sezioni.

Siano le sezioni ineguali A D maggiore, I M minore; ma siano eguali le loro medie velocità. Dico, che come la sezione A D alla se- *Fig. 2. e 3.*

Digitized by Google

Prop. 2. di questo. zione I M, così essere la quantità dell'acqua, che scorre per A D, alla quantità dell'acqua, che scorre per I M in tempi eguali.

Diffin. 9 di questo. S'intendano le quantità dell'acque conformate in prismi sopra le sue sezioni, e sia della prima il prisma C F, e della seconda il prisma M P; adunque A E sarà la media velocità della sezione A D, e I P velocità media della sezione I M; e perchè le sezioni si suppongono egualmente veloci, saranno A E. I P fra loro eguali; e però i prismi C F. A P egualmente alti. Ma i prismi egualmente alti sono fra loro come le basi; adunque come A D ad I M, così il prisma C F al prisma M P; e però come la sezione A D alla sezione I M, così la quantità dell'acqua, che passa per A D, alla quantità dell'acqua, che passa in tempo eguale per I M; il che ec.

Prop. 32. dell' 11. d'Eucl.

COROLLARIO I.

Prop. 1. del 6. d'Eucl. Adunque se le sezioni siano artificiali, e della medesima altezza, ma d'ineguale larghezza, le quantità dell'acqua saranno fra loro come le larghezze delle sezioni.

COROLLARIO II.

E se le dette sezioni fossero della medesima larghezza, ma d'ineguale altezza, sarebbero le quantità dell'acqua come l'altezze, supposta però la medesima velocità media nell'una, e nell'altra sezione.

PROPOSIZIONE V.

Le quantità dell'acqua, che passano in tempi eguali per eguali sezioni, ma di velocità disuguali, sono fra loro come le velocità medie delle sezioni.

Siano le sezioni eguali A D, I M, e sia la sezione A D meno veloce della sezione I M. Dico, che la quantità dell'acqua, che passa per A D, alla quantità dell'acqua, che passa in eguale tempo per I M, è come la velocità media della sezione A D alla velocità media della sezione I M.

Fig. 2. e 3.

Comand. de C. tro Gravit. Propos. 20. Si riducano, come sopra, le acque ne' prismi C F, K O; e perchè sono eguali le sezioni A D, I M, saranno i prismi C F, K O

sopra

Digitized by Google

ſopra baſi eguali; ma i priſmi coſtituiti ſopra baſi eguali ſono fra loro come l'altezze: adunque come il priſma C F al priſma K O, così l'altezza A E all'altezza I P; ma il priſma C F è l'acqua, che paſſa per la ſezione A D, e il priſma K O è l'acqua, che corre per la ſezione I M, e l'altezza A E è la velocità media della ſezione A D, e l'altezza I P la velocità media della ſezione I M; adunque come la quantità dell'acqua per A D alla quantità dell'acqua per I M, così la velocità media della ſezione A D alla velocità media della ſezione I M; il che ec. Prop. 2. di queſto.

COROLLARIO I.

Dal metodo, col quale abbiamo provato le ſuperiori propoſizioni, chiaramente appariſce, che ſe le quantità dell'acqua ſiano eguali, e le ſezioni, per le quali ſono ſcaricate, egualmente veloci, ſaranno ancora le medeſime ſezioni eguali.

COROLLARIO II.

E ſe le quantità dell'acqua ſiano eguali, ed eguali le ſezioni, ſaranno ancora egualmente veloci.

PROPOSIZIONE VI.

Le quantità dell'acqua, che paſſano nel medeſimo tempo per le ſezioni del medeſimo, o di fiumi diverſi, hanno fra loro proporzione compoſta delle proporzioni della ſezione alla ſezione, e della velocità media della prima ſezione alla velocità media della ſeconda.

Siano le ſezioni A D, I M: dico, che la quantità dell'acqua, che paſſa per A D, alla quantità dell'acqua, che paſſa in tempo eguale per I M, avrà la proporzione compoſta della proporzione della ſezione A D alla ſezione I M, e della velocità media della ſezione A D alla velocità media della ſezione I M. Fig. 2. e 3.

Imperocchè s' intendano le quantità dell'acqua ridotte ne' priſmi retti C F, K O: ſarà dunque A E la velocità media della ſezione A D, e I P velocità media della ſezione I M. Avendo dunque tutti i priſmi proporzione compoſta delle baſi, e dell'altezze loro, ſarà la pro- Prop. 2. di queſto.

Comand. de Centro grav. Prop. 21.

porzione del prisma C F al prisma K O composta delle proporzioni della base, ovvero della sezione A D alla base, ovvero alla sezione I M, e dell'altezza A E, ovvero della velocità media della sezione A D all'altezza I P, ovvero alla velocità media della sezione I M: ma il prisma C F è la quantità dell'acqua, che passa per A D, e il prisma K O è la quantità dell'acqua, che passa per I M; dunque l'acqua, che passa per A D, all'acqua, che passa per I M, ha proporzione composta della proporzione della sezione A D alla sezione I M, e della velocità media per A D alla velocità media per I M; il che ec.

COROLLARIO.

Comandino alla Prop. 23 del 6. d'Eucl.

Avendo le sezioni A D, I M, per essere rettangoli, proporzione composta delle proporzioni d'A C ad I K, e di C D a K M, ne segue, che la quantità dell'acqua, che scorre per la sezione A D, alla quantità dell'acqua, che scorre in tempo eguale per la sezione I M, avrà proporzione composta delle proporzioni dell'altezza della prima sezione A D all'altezza della seconda sezione I M, della larghezza della sezione A D alla larghezza della sezione I M, e della velocità media per A D alla velocità media per I M.

SCOGLIO.

Da questa universal proposizione ne segue la verità della quarta, e quinta proposizione; le quali apposta da se separatamente abbiamo dimostrate, per non confondere sul bel principio i Lettori con una moltitudine di Corollarj.

PROPOSIZIONE VII.

Se un fiume gonfi per augumento di nuova acqua, la quantità dell'acqua, che scorre nel gonfiamento, alla quantità dell'acqua, che scorreva avanti il gonfiamento in egual tempo, ha proporzione composta delle proporzioni della velocità media avanti il gonfiamento alla velocità media nel tempo del gonfiamento, e dell'altezza avanti il gonfiamento all'altezza nel tempo del gonfiamento.

Sia

Digitized by Google

Sia il fiume, la sezione del quale avanti il gonfiamento sia A D, e per accrescimento di nuova acqua gonfi fino ad E F; di maniera che faccia la sezione E D: dico, che la quantità dell'acqua, che scorre per la sezione A D, alla quantità dell'acqua, che passa per la sezione E D, avrà proporzione composta delle proporzioni della velocità media della sezione A D alla velocità media della sezione E D, e dell' altezza A C all'altezza E C. *Fig. 4.*

Conciossiachè la proporzione della quantità dell'acqua, che passa per A D, alla quantità dell'acqua, che in tempo eguale passa per E D, è composta delle proporzioni della velocità media per A D alla velocità media per E D, e della sezione A D alla sezione E D; ma la sezione A D alla sezione E D è come A C a C E; adunque la quantità dell'acqua, che scorre per A D, alla quantità dell'acqua, che scorre per E D in egual tempo, è composta delle proporzioni della velocità media per A D alla velocità media per E D, e dell'altezza A C all'altezza E C: il che ec. *Prop. 6. di questo.*

SCOGLIO.

Questa proposizione non ha luogo se non nelle sezioni artificiali; imperocchè le naturali per lo più non hanno la proporzione dell'altezze. Tutte però le proposizioni dimostrate avanti si verificano ancora nelle sezioni naturali, quantunque per facilità della dimostrazione le abbiamo supposte sezioni artificiali; ma nelle seguenti proposizioni le sezioni si suppongono necessariamente artificiali.

PROPOSIZIONE VIII.

Nel medesimo fiume la velocità media di una sezione alla velocità media d'un'altra ha la proporzione composta delle proporzioni dell'altezza viva della seconda sezione all'altezza viva della prima, e della larghezza della seconda sezione alla larghezza della prima.

Siano le sezioni A B, D E del medesimo fiume, nelle quali siano l'altezze vive A G, D H, e le larghezze G B, H E, e sia la velocità media della sezione A B la linea B C, e la velocità media della sezione D E la linea E F; dico, che la B C all'E F ha pro- *Fig. 5. e 6.*

por-

porzione composta delle proporzioni di D H a G A, e d'H E a G B.

Prop. 1. di questo. Prop. 3. di questo. Perchè dunque eguale quantità d' acqua passa per l' una, e l' altra sezione A B, D E, sarà come la velocità B C alla velocità E F, così la sezione D E alla sezione A B; ma la proporzione della sezione D E ad A B è composta delle proporzioni di D H a G A, e d' H E a G B; adunque la velocità B C alla velocità E F sarà in composta proporzione di D H a G A, e d' H E a G B: il che ec. *Com. alla Prop. 24. del 6. d' Eucl. Teor. 2.*

PROPOSIZIONE IX.

Nel medesimo fiume l' altezza viva dell' acqua d' una sezione all' altezza viva dell' acqua d' un' altra è in proporzione composta della proporzione della larghezza della seconda sezione alla larghezza della prima, e della velocità media della seconda alla velocità media della prima.

Siano le sezioni del medesimo fiume A D, I M, le altezze vive delle quali siano A C, I K, e le larghezze C D, K M; dico, che A C ad I K ha proporzione composta delle proporzioni della velocità media della sezione I M, alla velocità media della sezione A D, e della larghezza K M alla larghezza C D. *Fig. 2. e 3.*

Prop. 1. di questo. Prop. 2. di questo. Si suppongano le quantità dell' acqua, che passano per l' una, e l' altra sezione in tempi eguali, ridotte ne' soliti prismi C F, K O, i quali saranno eguali; e saranno C G, K Q le velocità medie delle sezioni A D, I M; ma degli uguali prismi si rispondono le basi reciprocamente all' altezze; adunque come l' altezza A C all' altezza I K, così la base K N alla base C H; ma la base K N alla base C H è in composta proporzione delle proporzioni di K M a C D, e di K Q a C G: adunque la proporzione di A C ad I K avrà proporzione composta di K M a C D, e di K Q a C G, cioè l' altezza A C all' altezza I K avrà proporzione composta della velocità media della seconda sezione I M alla velocità media della prima sezione A D, e della larghezza K M della seconda sezione alla larghezza C D della prima; il che ec. *Prop. 29. dell' 11. d' Eucl. Com. alla Prop. 24. del 6. d' Eucl.*

Co-

Digitized by Google

COROLLARIO I.

Dal progresso di questa proposizione si fa manifesto, che se le larghezze delle sezioni C D, K M si piglino per altezze de' prismi, sarà la proporzione delle larghezze C D, K M composta delle proporzioni di I K a C A, e K Q a C G, e la larghezza della prima sezione alla larghezza della seconda avrà proporzione composta della velocità media della seconda sezione alla velocità media della prima, e dell' altezza viva della seconda sezione all' altezza viva della prima.

COROLLARIO II.

E' parimente manifesto, che le passate due proposizioni non solo hanno luogo nelle sezioni del medesimo fiume, ma ancora in quelle di diversi, purchè passino per esse eguali quantità d' acqua in tempi eguali.

PROPOSIZIONE X.

Se l' acqua d' un fiume entri in un altro fiume, l' altezza, che ha l' acqua del primo fiume nel proprio alveo, all' altezza, che la medesima, ovvero un' altra mole eguale ad essa ha nel secondo fiume, ha proporzione composta della velocità, che ha nel secondo fiume, alla velocità, che aveva nel proprio alveo, e della larghezza del secondo fiume alla larghezza del proprio alveo.

Sia la sezione del primo fiume influente A B, l' altezza del quale sia A G, la larghezza G B, e la velocità media sia B C. Sia dipoi D H l' altezza, che ha nel secondo fiume l' acqua influente, e la larghezza del secondo fiume H E, e perciò D E la sezione, per la quale l' acqua del primo fiume scorre per lo secondo fiume, e la sua velocità E F. Dico, che l' altezza A G all' altezza G H avrà proporzione composta della velocità E F alla velocità B C, e della larghezza H E alla larghezza G B. *Fig. 5. e 6.*

Imperciocchè scorrendo eguali quantità d' acqua per le sezioni A B. D E, sarà A G a D H in proporzione composta delle proporzioni d' E F a B C, e H E a C B; il che ec. *Prop. 9. di questo.*

SCO-

Digitized by Google

SCOGLIO.

Si dee avvertire, che mentre diciamo A G a D H avere una data proporzione, noi non pigliamo D H per l'augumento fatto nel fiume per causa dell'accrescimento della nuova acqua. Imperocchè A G all'augumento fatto nel fiume non ha sempre quella proporzione, che ha a D H; ma per lo più l'ha maggiore, come a suo luogo sarà manifesto.

COROLLARIO.

Da questa Proposizione, e dall'ottava si fa manifesto, che la velocità media, che ha l'acqua del fiume influente nel proprio alveo, alla velocità media, che ha nel secondo fiume, ha proporzione composta delle proporzioni della larghezza del secondo fiume alla larghezza del primo, e dell'altezza, che ha nel secondo fiume, all'altezza, che aveva nel proprio alveo.

PROPOSIZIONE XI.

Se il complesso delle velocità di alcuna perpendicolare si figuri in un rettangolo sopra alla perpendicolare, come sopra base, sarà l'altezza del rettangolo la media velocità di quella perpendicolare.

Fig. 1. Sia la perpendicolare A B, e il complesso delle sue velocità naturali si contenga nella figura A B C K, e sia tal figura ridotta nel rettangolo B L, di maniera che abbia l'A B per base; dico la sua altezza A L essere la velocità media della perpendicolare A B. Imperciocchè il lato L M parte sarà nella figura A B C K, e parte fuori di essa, come da se stesso è chiaro; che se fosse altrimenti, il rettangolo o sarebbe maggiore, o minore della figura; adunque segherà la linea K C in qualche punto, v. gr. in H, pel quale si conduca H F parallela all'altezza A L. Perchè dunque il rettangolo B L è eguale ad A B H K, se si leverà la parte comune A B M H K, sarà la figura K H L eguale alla figura M H C; ma K H L è l'eccesso delle velocità, col quale F H, una delle velocità fra A, e B, supera le velocità fra A, ed F, e M H C è l'eccesso delle velocità, col quale la medesima F H è superata dalle velo-

velocità fra F, e B; adunque la velocità F H tanto è superata dalle velocità fra F, e B, di quanto ella supera le velocità fra F, ed A; e perciò sarà F H velocità media della perpendicolare A B; ma F H è eguale ad A L: adunque ancora A L: sarà velocità media della medesima perpendicolare A B; il che ec. *Def. 4. di questo.*

COROLLARIO.

Essendo il rettangolo B L, per la costruzione, eguale al complesso delle velocità naturali dell'acqua nella perpendicolare A B, si potrà ancora il medesimo pigliare come per complesso delle velocità della medesima perpendicolare.

PROPOSIZIONE XII.

Il complesso delle velocità di qualche perpendicolare al complesso delle velocità d'un'altra ha proporzione composta della velocità media della prima perpendicolare alla velocità media della seconda, e della prima perpendicolare alla seconda.

Siano le perpendicolari A B, C D, dico, che il complesso delle velocità della perpendicolare A B al complesso delle velocità della perpendicolare C D ha proporzione composta delle proporzioni della velocità media della perpendicolare A B alla velocità media della perpendicolare C D, e di A B a C D. *Fig. 7. e 8.*

Poichè gli aggregati delle velocità delle perpendicolari A B, C D si riducono ne' rettangoli B E, D F, le basi de' quali siano A B, C D; sarà dunque il rettangolo B E il complesso delle velocità della perpendicolare A B, e D F il complesso delle velocità della perpendicolare C D; ma i rettangoli B E, D F sono fra loro in proporzione composta delle proporzioni d'A E a C F, e d'A B a C D; ma A E è velocità media della perpendicolare A B, e C F è velocità media della perpendicolare C D; adunque il complesso delle velocità della perpendicolare A B al complesso delle velocità della perpendicolare C D ha proporzione composta delle proporzioni della velocità media A E alla velocità media C F, e della perpendicolare A B alla perpendicolare C D; il che ec. *Comand. alla Proposiz. 24. del 6. d'Eucl.* *Prop. 11. di questo.*

Corollario I.

Ne segue da questa Proposizione, che se le velocità medie sono eguali, gli aggregati delle velocità fra loro hanno la medesima proporzione che le perpendicolari.

Corollario II.

E se le perpendicolari sono eguali, gli aggregati delle velocità saranno fra loro come le medie velocità.

Corollario III.

Se poi gli aggregati delle velocità delle due perpendicolari siano fra loro eguali, ne segue, che le velocità medie delle medesime perpendicolari siano in proporzione reciproca delle perpendicolari.

Corollario IV.

E perchè i rettangoli, che hanno le basi, che reciprocamente si rispondono all'altezze, sono fra loro eguali, ne segue, che se le velocità medie, e le perpendicolari siano fra loro in reciproca proporzione, gli aggregati delle velocità saranno fra loro eguali.

Proposizione XIII.

Nelle sezioni egualmente larghe le somme delle velocità d'una perpendicolare in ciascuna sezione sono fra loro come le quantità dell' acqua, che passano per le medesime sezioni in tempi eguali.

Fig. 4. Siano due sezioni A D, E D della medesima larghezza C D, ma d'ineguale altezza A C, E C, e sia G l'acqua, che passa per A D, ed H l'acqua, che scorre per E D in tempo eguale. Sia di poi I il complesso delle velocità della perpendicolare A C, ed L il complesso delle velocità della perpendicolare E C: e finalmente sia M la velocità media della sezione A D, ed N la velocità media della sezione E D: dico come I ad L, così essere G ad H.

Prop. 6. di questo. Imperocchè la ragione di G a H, cioè dell'acque, è composta delle proporzioni d'M ad N, cioè delle velocità medie, e di quella della sezio-

ſezione A D alla ſezione E D; ma è come A D ad E D, così A C ad E C: la proporzione adunque di G ad H ſarà compoſta delle proporzioni d'M ad N, e d'A C ad E C; ma la proporzione d'I ad L, cioè il compleſſo delle velocità, anch'eſſa è compoſta delle proporzioni d'M ad N, e di A C ad E C; adunque come I ad L, così G ad H; il che ec. *Prop. 12. di queſto.*

PROPOSIZIONE XIV.

Le quantità dell'acqua, che paſſano in tempi eguali per qualſivogliano ſezioni artificiali, fra loro hanno proporzione compoſta delle proporzioni del compleſſo delle velocità d'una perpendicolare della prima ſezione al compleſſo delle velocità d'un'altra perpendicolare della ſeconda ſezione, e della larghezza della prima ſezione alla larghezza della ſeconda.

Siano le ſezioni A G, C H; dico, che la quantità dell'acqua, che paſſa per A G, alla quantità dell'acqua, che in tempo eguale paſſa per C H, è in compoſta proporzione delle proporzioni del compleſſo delle velocità della perpendicolare A B al compleſſo delle velocità della perpendicolare C D, e della larghezza B G della prima ſezione alla larghezza D H della ſeconda. *Fig. 7. e 8.*

Sia I la quantità dell'acqua, che paſſa per A G, e K la quantità dell'acqua, che paſſa in tempo eguale per C H, e ſi faccia come il compleſſo delle velocità della perpendicolare A B al compleſſo delle velocità della perpendicolare C D, così L ad M, e come la larghezza B G alla larghezza D H, così M ad N: ſarà la proporzione d'L ad N compoſta delle proporzioni, che hanno fra loro gli aggregati delle velocità, e le larghezze delle ſezioni. Sia dipoi O velocità media della ſezione A G, e P velocità media della ſezione C H, ſi dee provare come I a K, così eſſere L ad N.

Conciossiachè L ad M è compoſta delle proporzioni d'A B a C D, e di O a P; adunque L ad N avrà proporzione compoſta d'A B a C D, d'O a P, e di B G a D H; ma delle medeſime proporzioni è compoſta quella di I a K; adunque la proporzione di I a K ſarà la medeſima di L ad N; il che ec. *Prop. 11. di queſto. Corollario della 6. di queſto.*

Digitized by Google

PROPOSIZIONE XV.

Gli aggregati delle velocità di due fezioni hanno fra loro proporzione compofta delle proporzioni del compleffo delle velocità d' una perpendicolare nella prima fezione al compleffo della velocità d' un'altra perpendicolare nella feconda fezione, e della larghezza della prima fezione alla larghezza della feconda.

Fig. 2. e 3. Siano le due fezioni A D, I M, e le fue larghezze C D, K M; dico, che il compleffo delle velocità della fezione A D al compleffo delle velocità della fezione I M ha proporzione compofta del compleffo delle velocità della perpendicolare A C al compleffo delle velocità della perpendicolare I K, e della larghezza C D alla larghezza K M.

Si faccia il rettangolo C E eguale al compleffo delle velocità della perpendicolare A C, e s' intenda eretto al piano della fezione A D: fimilmente fi coftituifca un altro rettangolo D F eguale al compleffo delle velocità della perpendicolare B D, e s' intenda parallelo al rettangolo C E; e fi congiungano F E, H G. E perchè le perpendicolari *Affioma 1. di quefto.* A C, B D nella medefima fezione fono uguali fra loro, e a quelle parimente fono eguali qualfivogliano altre, ne fegue, che la velocità media della perpendicolare A C fia eguale alla velocità media della perpendicolare B D; e perciò faranno eguali fra loro le linee B F, A E, e per confeguenza ancora i rettangoli D F, C E faranno fra loro eguali, e fimili, e fimilmente pofti; ma fono ancora paralleli; adunque il folido C F farà un prifma, la bafe del quale farà il rettangolo C E, e l'altezza C D, ovvero A B. E fe fi riducano in rettangoli gli aggregati delle velocità di tutte le perpendicolari fra A C, e B D, faranno tutti eguali al rettangolo C E de' fuddetti rettangoli, e fe fi pongano paralleli a' rettangoli C E, D F, i lati omologhi a' lati E G, F H faranno nel rettangolo F G, e tutti comporranno il prifma C F; adunque il prifma C F farà il compleffo delle velocità della fezione A D. Pofte le medefime cofe, fi dimoftrerà nell' altra fezione I M il prifma K O effere il compleffo delle velocità della fezione I M; ma i prifmi hanno proporzione compofta delle proporzioni delle bafi, e delle altez-

ze

Digitized by Google

ze; adunque il prisma C F al prisma K O avrà proporzione composta delle proporzioni della base C E alla base K P, e di C D, K M; ma C E è il complesso delle velocità della perpendicolare A C, e K P il complesso delle velocità della perpendicolare I K; adunque ancora il complesso delle velocità della sezione A D al complesso delle velocità della sezione I M sarà in composta proporzione del complesso delle velocità della perpendicolare A C al complesso delle velocità della perpendicolare I K, e della larghezza C D alla larghezza K M; il che ec.

Corollario della Prop. 11. di questo

COROLLARIO.

E perchè per la 14. Proposizione le quantità dell'acque in diverse sezioni sono fra loro in ragione composta della proporzione, che hanno fra di loro gli aggregati delle velocità nelle perpendicolari di diverse sezioni, e della proporzione delle larghezze delle medesime; ed essendosi nella superiore Proposizione dimostrato, che la medesima proporzione è composta degli aggregati delle velocità in diverse sezioni, ne segue, che le quantità dell'acqua sono fra loro nella medesima proporzione, che gli aggregati delle velocità delle sezioni, per le quali passano, o piuttosto essere lo stesso il complesso delle velocità d'una sezione, e l'acqua, che scorre per la medesima, presa astrattamente.

SCÒGLIO.

Queste ultime Proposizioni intorno gli aggregati delle velocità, benchè si potessero ridurre all'antecedenti, o almeno dalle medesime si potessero ricavare immediatamente; contuttociò abbiamo intrapreso a dimostrarle quì separatamente, acciocchè dalla similitudine delle proprietà, e delle passioni chiaramente apparisse la connessione, o l'identità, o almeno la proporzionalità, che hanno fra loro gli aggregati delle velocità, e le quantità dell'acque, o si considerino in una intera sezione, o solamente in una perpendicolare; e acciocchè frattanto il Lettore s'usasse a pigliare i complessi delle velocità in cambio delle quantità dell'acqua, essendo per essere frequente ne' libri seguenti l'uso di essi.

LI-

Digitized by Google

LIBRO II.

Nel quale si propone la misura dell' acque correnti ne' canali inclinati solitarj.

SUPPOSIZIONE.

Per dare luogo alla dottrina, supponiamo gli alvei de' fiumi, ovvero i canali essere vasi lunghi, che abbiano il fondo loro sempre nel medesimo piano, e i suoi lati piani verticali perpendicolari al piano del fondo, per li quali l'acqua scorre, o può scorrere dal più alto al più basso termine, e i medesimi non ritorti, ma indirizzati dirittamente al suo termine.

DEFINIZIONI.

I. *Canale solitario* è quello, che piglia tutta la sua acqua dal principio, e quella scarica al termine del suo corso, senza accrescimento, o mescolamento d'altri canali, come sono quelli, che da' suoi fonti, o laghi pigliano tutta la loro acqua, la quale per tutto il tratto del loro corso non si mescola coll'acqua d'altri canali.

II. *Canale unito* si dica quello, che riceve l'acqua da due, o da più minuti canali scambievolmente uniti, uno de' quali influisca nell'altro, o si faccia l'unione solamente in uno, o in più luoghi, come sono per ordinario tutti i fiumi, le acque de' quali si radunano insieme per la confluenza di più rivi.

III. *Canale inclinato* è quello, le parti del quale inegualmente sono distanti dal centro de' gravi, altre più, altre meno.

IV. *Principio d'un Canale* intendo quel punto, ovvero quella linea, nella quale prolungandosi il piano inclinato del canale, concorre colla superficie dell'acqua.

V *Orizzontale* adunque *per lo principio dell'alveo* si dica quella linea, che si tira dal principio dell'alveo parallela all'orizzonte.

VI.

VI. *Orizzontale della fezione* è una linea, ovvero un piano tirato per il fondo della fezione parallela all'orizzonte.

VII. *Angolo della inclinazione* di qualche canale è quello, che è fatto della linea orizzontale dal principio dell'alveo, e della linea della direzione del canale.

VIII. *Sezioni fimili negli alvei declivi*, ovvero inclinati fi chiamino quelle, che egualmente fono diftanti dal principio dell'alveo; e quefto è chiaro, che non fi poffono trovare fe non in diverfi canali.

IX. *Sezioni fimilmente pofte* fi chiamino quelle, che fi fanno in canali egualmente inclinati all'orizzonte.

X. *Luci* fono i forami di varia figura o circolare, o quadrata, ec. fatti ne' lati, o nel fondo di qualche vafo, per li quali l'acqua, effendo ripieno il vafo, poffa paffare.

PROPOSIZIONE I.

Se da un vafo pieno di acqua fi cavi dell'acqua da luci, o forami fimili, ed eguali, ma pofti inegualmente fotto la fuperficie dell'acqua, le quantità dell'acqua cavata faranno fra loro in fudduplicata proporzione dell'altezza dell'acqua, che fa forza d'efcire; purchè però perfeveri fempre fopra i lumi eguale altezza d'acqua.

Quefta propofizione vien dimoftrata dall'efperienza; imperocchè oltre alle offervazioni degli altri, quelle del Signor Mariotte in particolare fono ftate da me riefperimentate appreffo il Revmo Abate D. Taddeo Peppoli l'anno 1683. il dì 14. d'Ottobre: perciocchè nel Convento di S. Bernardo de' PP. Olivetani di quefta Città, favorendomi in perfona il medefimo Revmo Abate (la memoria del quale fempre con animo grato farà da me venerata, ficcome in perpetuo mi dorrò della morte, benchè dopo una lunga vita, poco dopo ciò feguita), e D. Giovanni Ludovico Donello, Dottor Colegiato di Filofofia, e Medicina, e con qualche lode nelle Matematiche verfato, mio ftrettiffimo amico, e da lui medefimo, e da altri amici ne' miei ftudj, ed efperienze ajutato, fu preparato un vafo cilindrico d'altezza di quattro piedi, col diametro della fua bafe lungo due piedi; e divifa la fua altezza in fedici parti eguali,

Digitized by Google

eguali, furono dipoi fatti in un lato del vaso altrettanti fori circolari eguali fra loro: a tutti questi furono messe le sue cannelle di legno egualissime, la cavità interiore delle quali, dappertutto della medesima grossezza, e diligentissimamente spianata, e pulita, era più larga di un' oncia nel suo diametro, e alla loro parte esteriore fu adattato delle lame di metallo con un foro circolare nel mezzo, eguale ad un quarto d'oncia, col suo centro per l'appunto corrispondente all'asse della cannella, che sigillavano esattamente il resto del foro, che rimaneva. Dipoi ripieno il vaso d'acqua, e preparato un pendolo lungo once 28., e un quinto, fu osservata la quantità dell' acque, che escirono nello spazio di quindici vibrazioni. Primieramente dalla cannella inferiore, chiuse le altre, nel suddetto tempo l'acqua cavata fu once 123., mantenendo nel vaso la superficie dell'acqua nella medesima altezza: e serrata la cannella inferiore, e aperta la più alta di tutte, acciocchè l'altezza dell' acqua scemasse tre once, restando di gettare la detta più alta, fu aperta di nuovo l' inferiore, e l' acqua cavata in altre quindici vibrazioni fu once 118., e si seguitò così successivamente nell'altre, finchè non si arrivò all'altezza d'once 24. E per essere allora assai difficile mantenere l'acqua nella medesima altezza durante il tempo, che la cannella gettava, fu serrata l' inferiore cannella; e di nuovo ripieno il vaso d'acqua, fu riaperta quella, che era sommersa once 24. sotto la superficie dell' acqua, e nel dato tempo si osservò essere escite once 93. d'acqua, e si seguitò successivamente l'esperienza secondo il metodo di sopra, fino che si arrivò a tre once d'altezza. E perchè la luce di quest' ultima cannella, benchè pochissimo, e quasi insensibilmente era maggiore del superiore; del che primieramente ci avvedevamo dalla quantità dell' acqua, che esciva, dipoi con esperienza sottilissima dalla rettificazione, o riscontro del diametro; perciò dalla mutazione della luce doppia osservazione fondamentale si ebbe a fare, la prima in altezza d'once 48., e la seconda in altezza d' once 24. Tutte le osservazioni sono nella seguente Tavola insieme colle quantità dell' acque corrispondenti alla suddupli cata proporzione dell' altezza dell' acqua sopra i centri delle luci, cavate da due fondamentali osservazioni, acciocchè apparisca quanto poca sia la differenza fra la ritrovata proporzione coll' esperienza, e la proposta proporzione suddupli cata.

A-

Altezza dell' acqua sopra il centro della cannella, e del lume in once del piede Bolognese.	*Quantità dell' acqua, che esce in tutte a 15. le vibrazioni in once della libbra Bolognese.*	*Proporzione dell' acque nella prima osservazione fondamentale, sudduplicate dell' altezze, in once della libbra Bolognese.*
48	123	123
45	118	119
42	116	115
39	110	111
36	106	106
33	103	102
30	97	97 $\frac{1}{2}$
27	91	92
		Proporzione dell' acque cavate nella seconda osservazione fondamentale.
24	93	93
21	87	87
18	81	80 $\frac{1}{2}$
15	74	74
12	66	66
9	56	57
6	47	46 $\frac{1}{2}$
3	34	33

Da queste osservazioni è chiaro, che le quantità dell'acqua sono in sudduplicata proporzione dell'altezze; e benchè in qualche luogo faccia alcuna picciolissima differenza dalla proposta proporzione, contuttociò è insensibile, ed è da attribuirsi al contatto delle luci, o delle lamine, o

Digitized by Google

a qualche piccolissima inavvertenza dell'osservazioni, di maniera tale, che la natura par che proceda con questa proporzione.

Oltre all' esperienze, alcuni cercano di dimostrare questa Proposizione, che tutti per lo più pigliano come principio, ovvero immediatamente la deducono dalla suppposizione; tuttavia la più sicura dimostrazione mi pare, che sia quella del Torricelli, che è tale.

Fig. 9. e 10. Sia il vaso A B C D, che abbia il foro in E orizzontale, e sia la superficie dell'acqua A B, e similmente s'intenda un altro vaso F G col foro in H eguale al foro E; dico, che la velocità, colla quale esce l'acqua dal foro H, alla velocità, colla quale esce dal foro E, è in doppia proporzione delle linee, ovvero dell'altezze B L, F G.

Galileo nello Scolio della Prop. 23. de motu accelerato.

Imperocchè l'acqua, che esce da' fori E, H, levato l'impedimento dell'aria, sale fino all'orizzontali A M, N K per l'impeto, o per la velocità impressa in E, ed H; adunque la velocità in E, ed H è la medesima, che se scendesse l'acqua da M in E, e da K in H; ma la velocità in E dalla discesa per M E alla velocità in H dalla discesa per K H ha proporzione sudduplicata delle linee M E, K H, o di B L, F G; adunque la velocità in E, ed H è parimente in proporzione sudduplicata delle linee B L, F G; ed essendo le quantità dell' acque nelle sezioni, o luci eguali come le velocità, ancora le quantità dell' acqua avranno proporzione sudduplicata delle altezze; il che ec.

Galileo nel medes luogo Prop. 2.

Prop. 5. del pr. di questo.

C O R O L L A R I O.

E perchè la velocità in E, ed H non è da altro causata, che dalla pressione dell' acqua, che sta sopra nel vaso, ne segue, che la pressione sarà forza secondo la predetta proporzione, se si considera, che nella velocità operi solamente la pressione.

S C O L I O.

Quindi tanto è, che il foro E sia orizzontale, e volto per in su, che di sotto nel fondo C D, o verticalmente ne' lati B L, F G, talchè la direzione sia orizzontale; imperciocchè l' acqua preme dap-

Digitized by Google

dappertutto egualmente, purchè abbia ſempre o eguale, o la medeſima altezza ſopra di ſe.

PROPOSIZIONE II.

L'acqua, che paſſa per qualche ſezione d'un canale inclinato, ſcorre con la medeſima velocità, che ſcorrerebbe uſcendo da un vaſo per una luce ſimile, ed eguale alla ſezione, e tanto remoto dalla ſuperficie dell'acqua, quanto la ſezione è diſtante dall'orizzontale tirata dal principio del canale.

Sia il canale inclinato A B, pel quale ſcorra l'acqua nella ſezione B, e ſia la linea A E l'orizzontale per lo principio del canale; dico, che l'acqua per la ſezione B ſcorrerà con la medeſima velocità, che ſe ſcorreſſe per la medeſima ſezione B, come ſe foſſe un foro d'un vaſo chiuſo A B E, nel quale A E ſia la ſuperficie dell'acqua. Fig. 11.

Concioſſiachè eſſendo l'acqua un corpo grave, ſe c'immagineremo, che da A ſia ſcorſa per lo piano inclinato A B, ſarà in B la medeſima velocità, che in D, ſe da A foſſe piombata in D (ſupponendoſi A D perpendicolare all'orizzonte, e tagliata dall'orizzontale D B) ovvero da C in B; ma nel vaſo chiuſo la velocità nella luce B è la medeſima, che avrebbe l'acqua, ſe ſcorreſſe da C in B: adunque ſcorra l'acqua per lo canale A B nella ſezione B, o ſcorra fuora dal vaſo A B E per la luce B, ſarà ſempre la medeſima velocità; il che ec. Torricelli de motu gr. Prop. 5.

COROLLARIO I.

Da queſte coſe ſi ricava, le velocità in diverſe ſezioni d'un medeſimo canale eſſere in proporzione ſudduplicata delle perpendicolari tirate dalle ſezioni all'orizzontale per lo principio dell'alveo. Imperocchè eſſendo le velocità nelle luci F, B in ſudduplicata proporzione delle linee F G, B C, ancora le velocità nelle ſezioni F, B avranno la medeſima ſudduplicata proporzione.

COROLLARIO II.

E perchè come F G a B C, così è F A a B A, faranno ancora le velocità delle fezioni F, B in fudduplicata proporzione delle linee F A, F B, cioè delle diftanze dal principio dell' alveo.

COROLLARIO III.

Ritrovata adunque la media proporzionale fra G F, e C B, ovvero fra A F, e A B, farà come G F, o A F alla media, così la velocità F alla velocità B.

COROLLARIO IV.

Apol. lib. 1. de Conic. Prop. 11. Per la qual cofa fe con l' affe A B, e 'l vertice A fi defcriva la femiparabola A H L, e fi tirino le femiordinate F H, B L, faranno quefte la mifura delle velocità de' punti, ovvero delle fezioni F, B, e così degli altri.

COROLLARIO V.

Dalle fopraddette cofe fe ne deduce, che fempre più crefcono le velocità, quanto più fi difcoftano le fezioni dal principio dell' alveo: al contrario poi, effendo che, ftando nel medefimo ftato il canale, le velocità contrariamente rifpondono alle fezioni, ne fegue confeguentemente, che fempre le fezioni fono minori; e fe le medefime fi fuppongano egualmente larghe, l' altezze faranno fempre minori.

PROPOSIZIONE III.

In qualfivoglia fezione d' un canale inclinato la velocità è maggiore nel fondo, che nella fuperficie dell' acqua.

Fig. 11. Sia il canale inclinato A B, e in effo la fezione con l' altezza B C. Dico, che la velocità in B è maggiore di quella in C. Si tiri per lo principio dell' alveo l' orizzontale, alla quale da B, e C fi tirino le perpendicolari B E, C D; e perchè l' angolo C B A è retto, fe da effo fi cavi l' angolo acuto A B E, rimarrà l' angolo C B E acuto. Laonde tirata la perpendicolare C F a B E, cadrà dalla parte E,

e taglie-

e taglierà la porzione F E minore di tutta la B E: adunque ancora D C sarà minore della medesima B E; ma la velocità B conviene alla discesa B E, e la velocità C alla discesa D C, e alla maggior discesa si conviene la maggiore velocità: adunque la velocità in B è maggiore che in C; il che ec. *Prop. 2. di questo.*

COROLLARIO.

E perchè quanto è maggiore l' inclinazione, tanto più diminuisce l' angolo E B A, sarà conseguentemente maggiore l' angolo F B C; e però la perpendicolare C F cadrà sempre più vicino al punto B; laonde la differenza fra la velocità del fondo, e della superficie sarà sempre minore, quanto più sarà inclinato il canale; ed essendo a perpendicolo, cadendo C F in C B, le velocità si eguaglieranno fra loro.

PROPOSIZIONE IV.

In diverse sezioni del medesimo canale inclinato la proporzione della velocità del fondo alla velocità della superficie è sempre maggiore, quanto più le sezioni s' accostano al principio del canale.

Si supponga nella medesima figura la sezione G più vicina al principio del canale, che la sezione B. Dico, che la velocità G alla velocità H avrà maggior proporzione, che la velocità B alla velocità C. Perciocchè fatte le medesime cose, G H è maggior di B C, e ne' triangoli I G H, F B C tutti gli angoli sono eguali; imperocchè oltre agli angoli retti F, I, gli angoli F B C, I G H sono eguali; essendo complementi degli angoli uguali A G K, A B E, sarà ancora G I maggiore di F B; e perchè K G è minore di E B, tolta I G da K G, e F B da B E, rimarrà K I molto minore di F E: avrà dunque G I a F B maggior proporzione che K I ad E F, e permutando G I a K I, avrà maggior proporzione, che F B ad E F, e componendo G K ad I K, ovvero a L H, l' avrà maggiore che B E ad E F, o a D C. Sia X media proporzionale tra G K, e L H, e Y media proporzionale fra E B, e C D: adunque K G ad X avrà maggior proporzione, che E B ad Y; ma la proporzione di K G ad X è la medesima di quella della velocità G alla velocità H, e la *Fig. 12.* *Coroll. 5. Prop. 2. di questo.*

propor-

Coroll. 3. Prop. 2. di questo. proporzione d' E B ad Y è la medesima di quella della velocità B alla velocità C: sicchè la velocità G ad H avrà maggior proporzione, che la velocità B alla velocità C; il che ec.

COROLLARIO.

Si fa manifesto da queste cose, che nelle sezioni molto remote dal principio del canale può accadere, che la differenza delle velocità sia sensibilmente eguale, particolarmente in quelle di poca altezza, avvicinandosi sempre più la proporzione all' egualità.

SCOLIO.

E perchè quasi sempre nelle sezioni de' fiumi la distanza della superficie dell' acqua dal principio del canale insensibilmente differisce dalla distanza del fondo dal medesimo principio, si potrà fisicamente pigliare la velocità del fondo eguale alla velocità della superficie, ritardandosi particolarmente l' acqua nel fondo della sezione per cagion del contatto del medesimo fondo; d' onde ne segue, che ne' fiumi particolarmente di poca altezza l' acqua alle volte sia più veloce nella superficie, che nel fondo.

PROPOSIZIONE V.

Assegnare una parabola, nella quale si possa pigliare la misura delle velocità nella perpendicolare di qualche sezione.

Fig. 13. Sia il canale inclinato A B G, il principio del quale sia A, la sezione B, e la sua altezza B C, bisogna assegnare una parabola, nella quale si possa pigliare la misura di tutte le velocità esistenti nella linea B C.

Dal punto A si tiri l'orizzontale A F, e si prolunghi B C, finchè non convenga con A F, in F, e d'intorno all' asse B F si descriva la semiparabola F H G: dico, che questa sarà la ricercata parabola. Si tirino perpendicolari le B D, C E ad A F, e le semiordinate B G, C H ec.; e perchè la velocità in B alla velocità in C è in suddupplicata proporzione di B D a C E, ed è B D a C E, per la similitudine de' triangoli, come F B ad F C, sarà la velocità in B

Prop. 1. e 2. di questo.

alla

alla velocità in C in fudduplicata proporzione di quella, che ha F B a F C; ma la medefima proporzione fudduplicata ha B G a C H: adunque le velocità B, e C faranno fra loro come B G a C H; adunque fe B G s'intenderà effere la velocità del punto B, farà C H la velocità del punto C, e L M del punto M, e così degli altri. Laonde la parabola F B G farà la mifura di tutte le velocità della perpendicolare B C; il che ec.

COROLLARIO.

Da quefte cofe è chiaro, lo fpazio parabolico C B G H effere il compleffo di tutte le velocità della perpendicolare B C.

PROPOSIZIONE VI.

Data la proporzione delle femiordinate in uno fpazio parabolico, e dato il fegamento dell'affe fra le femiordinate, ritrovare l'affe della parabola.

Sia data nello fpazio parabolico A B C D la proporzione, che ha l'A B a C D, e dato il fegamento dell'affe, bifogna ritrovare l'altezza dell'affe della parabola. Fig. 14. e 15.

Si faccia il quadrato della femiordinata maggiore C D, il quale fia E H, e fi faccia il quadrato della minore A B, che fia E F pofto nell'angolo comune E, e fi faccia come la differenza de' quadrati, cioè come il gnomone I L M al quadrato E F, così A C all'altra per lo diritto continuatale A G; dico, che C G farà l'affe ricercata.

Imperciocchè come lo gnomone I L M al quadrato E F, così C A ad A G: farà componendo come lo gnomone infieme col quadrato E F, cioè il quadrato E H al quadrato E F, così C A infieme con A G, cioè tutta la C G a G A; ficchè G C a G A ftarà come il quadrato E H, ovvero C D al quadrato E F, ovvero A B: adunque il punto G farà il vertice della parabola; il che ec.

COROLLARIO I.

Adunque fe A B, C D fiano affegnate nelle parti del fegamento A B, non folo fi darà l'altezza della parabola, ma ancora la fua larghezza.

COROL-

COROLLARIO II.

Segue da questa proposizione, che se si darà nella figura della precedente proposizione la ragione delle velocità B G, C H, e perpendicolare della sezione B, C, si ritroverà l'asse B F della parabola, che misura tutte le velocità della perpendicolare B C.

Fig. 13.

COROLLARIO III.

Anzi di più, se sarà noto l'angolo dell'inclinazione B A D, si potrà trigonometricamente ritrovare l'A B, e B D, cioè la distanza del fondo della sezione dal principio dell'alveo, e la distanza del medesimo fondo dall'orizzontale pel principio dell'alveo; poichè ne' triangoli A B D, A B F oltre il lato B F saranno noti tutti gli angoli.

PROPOSIZIONE VII.

Riquadrare lo spazio parabolico.

Fig. 16. Sia lo spazio parabolico A B C D, a cui si debba ritrovare un rettangolo eguale.

Si trovi l'asse C E, e si faccia il rettangolo A F uguale alla parabola A E B, e similmente alla parabola C E D si faccia uguale il rettangolo C G, e si prolunghi A B, e come C A ad A E, ovvero come H O ad O G, così sia K O ad O I, e si compisca il rettangolo H I: dico, che il rettangolo C I è eguale allo spazio parabolico C A B D.

Archim. de quad. Parab. Prop. 24.

Conciossiachè il rettangolo A F è eguale alla parabola A E B, e il rettangolo C G alla parabola C E D; cavato dal rettangolo C G il rettangolo A F, e dalla parabola C E D la parabola A E B, rimarrà lo spazio K F G H C A K eguale allo spazio parabolico C A B D: sicchè levato di comune il rettangolo C O, rimarrà il rettangolo F O eguale al rimanente spazio parabolico H O B D; ma il rettangolo F O è eguale al rettangolo H I, avendo i lati reciprocamente proporzionali: adunque il rettangolo H I sarà eguale allo spazio parabolico H O B D: aggiunto adunque di comune il rettangolo C O

sarà

Digitized by Google

farà tutto il rettangolo C I eguale allo ſpazio parabolico C A B D; il che ec.

PROPOSIZIONE VIII.

Ritrovare in un canale inclinato la media velocità di qualſivoglia perpendicolare.

Sia nel canale inclinato la ſezione B con l'altezza B C, biſogna trovare la media velocità della perpendicolare B C. *Fig. 17.*

Si deſcriva la parabola, che ſia la miſura delle velocità della perpendicolare B C, e tirate le ſemiordinate B E, C H, ſi faccia il rettangolo B F eguale allo ſpazio parabolico B C H E, il lato del quale F I ſegherà la parabola in qualche punto G; e per G ſi conduca G K ſemiordinata all'aſſe B D, che ſeghi il medeſimo aſſe nel punto K: dico nel punto K eſſere la media velocità ricercata, e la medeſima eſſere eſpreſſa dalla linea K G. *Prop. 5. di queſto.* *Prop. 1. di queſto.*

Poichè ſe tutte le parti dell'acqua nella perpendicolare B C ſcorreſſero con eguale velocità, è certo, che nel tempo, che C arrivaſſe ad F, ancora K arriverebbe a G, e B ad I; laonde il rettangolo B F ſarebbe il compleſſo delle velocità della perpendicolare B C; ma lo ſpazio parabolico B C H E è il compleſſo delle velocità della perpendicolare B C, e il rettangolo B F è eguale allo ſpazio parabolico: adunque il compleſſo delle velocità è eguale, o ſcorra l'acqua con una ſola, e uniforme velocità K G, ovvero con ineguali B E, C H ec.: adunque dalle coſe dimoſtrate nel primo libro ancora le quantità dell'acqua ſarebbero eguali, e conſeguentemente K G ſarà media velocità.

Altrimenti.

Perchè il rettangolo B F è eguale allo ſpazio parabolico B C H E, cavata la porzione comune C H G I B, rimarrà il trilineo H G F eguale al trilineo I G E; ma la velocità K G ſupera tutte le minori velocità colle velocità, che poſſono eſſere contenute nel trilineo H G F: ma è ſuperata dalle maggiori velocità con quella porzione, che ſi contiene nel trilineo I E G: adunque eſſendo eguali i trilinei, H G di tan-

di tanto fupererà le minori velocità, di quanto ell' è fuperata dalle maggiori, e confeguentemente farà la media velocità; il che ec.

ESEMPIO,

Col quale fi poffono li tre fuperiori Teoremi aritmeticamente rifolvere. Sia l'altezza della fezione B C piedi 4., e la proporzione delle velocità B E, e C H fia quella, che ha 3. a 4., oppure per più facilità del calcolo del 9. a 12. (in che modo poi fi debba trovare per via d'efperienze la proporzione delle velocità, lo infegneremo di fotto) fi facciano i quadrati delle velocità 9. 12. v. 81., e 144., e fi fottragga dal maggiore il minore, farà la differenza 63.: adunque per la regola aurea come fta il 63. all' 81., così il 4. al 5., e un fettimo, e tanto farà la C D refiduo dell'affe intera della parabola; per confeguenza tutta la B D farà 9., e un fettimo: fi moltiplichi l'affe B D, che è 9., e un fettimo, co' due terzi della linea B E, cioè 8., il prodotto 73., e un fettimo farà l'area della parabola B D E; fimilmente fi moltiplichi l'affe D C co' due terzi della linea C H, cioè con 6., il prodotto 30. farà la fuperficie della parabola D C H; fi fottragga 30., e fei fettimi da 73., e un fettimo, la differenza 42., e due fettimi farà l'area B C H E; adunque fe 42., e 2. fettimi fia partito da B C, che è 4., il quoziente farà 10., e quattro fettimi, e l'altro lato del rettangolo C F eguale allo fpazio parabolico B C H E. Per trovar dunque il luogo della linea K G eguale a C F nell'affe B D, fi faccia il fuo quadrato 111, e $\frac{37}{49}$, e per la regola aurea come fta il quadrato 81. al quadrato 111., e $\frac{37}{49}$, così l' affe 5., e un fettimo all' affe D K 7. $\frac{295}{3087}$; laonde levato dall'affe D K l'affe D C 5., e un fettimo, rimarrà C K 1. $\frac{2941}{3087}$, oppure fe la perpendicolare è in mifura di piedi, farà piedi 1., oncie 11., e mezzo proffimamente. Laonde tanto il luogo della velocità media farà immerfo fotto la fuperficie dell' acqua.

PROPOSIZIONE IX.

Ritrovare meccanicamente la proporzione delle velocità.

Da una data lunghezza d'un canale, o una data diftanza del principio del medefimo canale da una fezione, e dall' angolo dell'inclinazione facil-

facilmente si troverà la proporzione delle velocità della superficie, e del fondo.

Imperocchè avendo il triangolo A B D l'angolo retto in B, ed essendo cognito l'angolo dell'inclinazione D A B, e di più essendo noto il lato A B, ancora colla trigonometria si fa nota l'altezza della parabola B D, la quale ritrovata, e ritrovata ancora l'altezza di qualche perpendicolare nella sezione v. gr. B C, sarà la proporzione della velocità B alla velocità C sudduplicata di quella di D B a D C. Fig. 17. Coroll. 1. della 2. di questo.

Che se non è cognita la distanza della sezione dal principio dell'alveo, dalle cose di sopra dimostrate nella *6.* Proposizione è chiaro il converso, cioè data la proporzione delle velocità B E, C H ec. ritrovare le cose rimanenti.

Bisogna adesso assegnare un modo, col quale si faccia nota meccanicamente questa proporzione. Sia perpendicolare all'orizzonte la linea A D, e il pendolo A B, che sia sostenuto fuori del perpendicolo dalla potenza B C: dimostra l'Erigonio nella Proposizione *9.* della sua Meccanica, che se da B si elevi la B E parallela alla D A, e per E si conduca E F parallela a B C, e l'altra E C parallela ad A B, sarà B E a B C come il peso B nella perpendicolare A D alla potenza B C. S'intenda alzato il pendolo in H, e si faccia H K eguale a B E; sarà dunque ancora in questo caso il peso nella perpendicolare alla potenza H I come H K ad H I, ed essendo B E, ed H K eguali, sarà come la potenza B C alla potenza H I, così la B C all'H I; laonde se operano per via di linee orizzontali le potenze B C, e H I, essendo in quel caso gli angoli K H I, E B C retti, saranno H I, B C tangenti degli angoli dell'inclinazione H K I, B E C; per lo che in tal caso le potenze saranno come le tangenti degli angoli dell'inclinazione. Ma se non siano le potenze orizzontali, ma però sia noto il loro angolo con la linea verticale insieme con l'angolo dell'inclinazione del pendolo, si conoscerà tuttavia trigonometricamente la proporzione delle medesime potenze. Imperocchè supposta H K di qualsivoglia arbitraria quantità, sarà nel triangolo H K I noto il lato H K, e parimente noti gli angoli H K I dell'inclinazione del pendolo, e K H I angolo della vibrazione, ovvero del tratto; laonde sarà noto il lato H I; e parimente nell'altro triangolo E B C sarà noto B C Fig. 18.

Z 2 per

per la mifura comune con H I, fe fi fupponga B E di tal mifura, quale fi è fuppofta K H; ficchè le H I, B C avranno fra loro la medefima proporzione, che le potenze traenti. Effendo dunque il medefimo, fe operi la potenza col tirare per l'H I, o collo fpignere per l'M H, o N B, poichè da effe egualmente nell'uno, e nell'altro cafo infieme colle potenze A H, A B fi fa l'equilibrio col pefo B, ovvero H, farà nota ancora la proporzione delle M H, N B, potenze fpingenti.

Per ritrovar dunque la ricercata proporzione delle velocità, fi adatti un pendolo ad un quadrante fpartito in gradi, e in minuti, e fi ponga uno de' fuoi lati verticalmente, e fi lafci andare il pefo B nell' acqua di qualche canale, in modo che il fuo centro fia al pari della fuperficie dell'acqua; è chiaro, che la velocità dell'acqua divertirà la direzione del pendolo verfo il centro. Si offervi diligentemente l'angolo dell'inclinazione; dipoi lafciato andare il pendolo (fenza variare la lunghezza del filo) fino al fondo del canale, di maniera però, che non fia dal medefimo fondo impedito, di nuovo fi offervi l'angolo dell'inclinazione. E perchè la potenza, che tiene il pendolo nell'angolo dell' inclinazione, è la fteffa velocità dell'acqua corrente tanto nel fondo, quanto nella fuperficie, imperocchè nell'acqua ftagnante il pendolo fenza angolo alcuno s'indirizza verfo il centro, farà la proporzione delle potenze la medefima, che quella delle velocità; ficchè fe la fuperficie dell'acqua non è in alcun modo, o infenfibilmente inclinata all'orizzonte, le tangenti degli angoli dell'inclinazione avranno la medefima proporzione, che le velocità. Che fe foffe fenfibile l'inclinazione della fuperficie dell'acqua all'orizzonte, quefta fi dovrà mifurare, e aggiugnerla all'angolo retto, e fi avrà l'angolo del tratto, il quale ritrovato, come fopra fi è detto, fi ricava la proporzione delle velocità; il che ec.

PROPOSIZIONE X.

Dato il luogo d'una media velocità, e dato l'angolo dell'inclinazione del canale, determinare lo fpazio, che può fcorrere nel dato tempo una data velocità.

Fig. 19. e 20. Sia H il luogo della media velocità, e l'angolo D A B, bifogna determinare lo fpazio, che poffa effere fcorfo nel dato tempo B dalla velocità H. E per-

E perchè nel trovare il punto H prima si fa noto l'asse B D, sarà noto nel triangolo D K H il lato D H, ed oltre all'angolo retto D K H, sarà ancora noto l'angolo K D H complemento dell'angolo K A B dell'inclinazione; laonde sarà noto il lato K H; adunque la velocità media H è la medesima, che se scorresse l'acqua da un vaso sotto l'altezza K H.

Sia dunque il vaso N O con l'altezza O M, e la luce M P sia di nota superficie v. gr. un quadrato d'un'oncia, e sia R la sua media velocità; dipoi sia l'altezza R E eguale all'altezza K H, e si supponga dalla luce P M sia scorso v. gr. un piede cubo d'acqua Q S nel tempo L, che sia un minuto d'ora. Questa quantità s'intenda ridotta in un prisma retto, che abbia per base la medesima luce, v. gr. V K, con l'altezza K Y: sarà dunque K Y la velocità media della luce P M, e la propria del punto R. Perchè dunque è noto tanto la luce V K, quanto la base del cubo Q T, sarà nota anco la proporzione di Q T ad V K; e perchè i prismi Q S, V Y si suppongono eguali, sarà come V K a Q T, così reciprocamente T S a K Y; ma T S è l'altezza nota: adunque ancora sarà nota K Y; il che ec. Fig. 21. e 22.

ESEMPIO.

Nel caso nostro, perchè Q T è base del piede cubo, cioè piede quadrato, sarà Q T once quadrate 144., e V K è un'oncia quadrata; come dunque un'oncia a once 144., così un piede d'altezza T S a 144. piedi d'altezza K Y; sicchè la media velocità del punto R, ovvero del punto H è atta a scorrere 144. piedi nel tempo L, ovvero in un minuto d'ora.

COROLLARIO I.

Sicchè ritrovata con reiterate esperienze la quantità dell'acqua, che passa dalla data luce da un vaso, sotto una certa altezza, nello statuito tempo, nel che in vero è necessaria una grandissima diligenza, non solo si determinerà lo spazio corrispondente a quella velocità, ma ancora gli spazj di qualsivogliano velocità sotto maggiori, o minori altezze per la Proposizione prima di questo libro. Noi a suo luogo daremo la

tavo-

Digitized by Google

tavola, per quanto s' è potuto ritrovare per via d' esperienze, della quale però non ci fidiamo tanto, che non istimiamo potersi ridurre a maggiore, e più sottile sminuzzamento.

SCOLIO.

E' meglio, per determinare la quantità dell'acqua, che passa per la data luce in un dato tempo, servirsi di pesi, in cambio di misure lineari, poichè pesandosi l' acqua scorsa nel tempo d'un sol minuto fino ad un grano, potremo precisamente determinare la sua quantità; poi preparato un vaso, che abbia la sua interna cavità cubica, ed il lato d' una sol oncia lineare, si empia il medesimo vaso d'acqua, dipoi con somma diligenza alla bilancia si esamini il suo peso, che sarà il peso d' una sola oncia cubica; se poi si divida tutto il peso per lo ritrovato peso d' un' oncia cubica d' acqua, il quoziente sarà il numero dell'once cubiche, alle quali è eguale tutta l' acqua; laonde questa s' intenderà ridotta in un prisma retto, che abbia per base una sola oncia quadrata con l' altezza di tante once lineari, quante saranno l'once cubiche nel predetto quoziente, del qual prisma se ce ne serviremo in luogo del cubo Q S, si avrà l' altezza K Y, secondo me, esattissima.

Si debbe avvertire, che quantunque le luci circolari a prima vista pajano più atte per cagione della minor circonferenza, ed in conseguenza del minor contatto, con tutto ciò per potere più facilmente determinare la distanza del luogo della media velocità dalla superficie dell'acqua, è meglio servirsi di luci quadrate, ovvero rettangoli fatti in lama di bronzo ben lisciata, e tirata più sottilmente, che sia possibile, e che abbia i lati superiori, e inferiori orizzontali; le quali luci quanto saranno più larghe, tanto daranno più giusta l' operazione a causa del minor toccamento; purchè però si possa a un tratto aprire, e serrare al principio, e al fine del dato tempo.

Si ritroverà ancora la media velocità della luce con l' istesso metodo, che si è ritrovata nelle sezioni nell' ottava Proposizione, col supporre la linea O M, altezza dell' acqua sopra al margine inferiore della luce, essere asse della parabola, e l' altezza della luce M P essere l'altezza della sezione.

Co-

COROLLARIO II.

Dalle cose dette è chiaro, che se lo spazio dovuto alla velocità, e la perpendicolare, insieme con la larghezza della sezione, abbiano una comune misura, e si moltiplichi lo spazio per la perpendicolare, e il prodotto si moltiplichi per la larghezza, ne nascerà la quantità dell' acqua, che passa per la sezione nel tempo, col quale è determinato lo spazio, v. gr. se lo spazio corrispondente alla media velocità della sezione B C per un minuto di tempo sia 144. piedi, e sia l' altezza, ovvero la perpendicolare della sezione piedi 12., e la larghezza piedi 50., si moltiplichi 144. per 12., e il prodotto 1728. si moltiplichi per 50., il prodotto di questo 86400. sarà il numero de' piedi cubi, che passano in un minuto d'ora per la data sezione. Il medesimo segue moltiplicandosi la larghezza, e l'altezza della sezione, e lo spazio corrispondente alla velocità indifferentemente l'uno nell'altro, e il prodotto si moltiplichi pel terzo, poichè il quarto numero, che ne nasce, sarà la ricercata quantità dell' acqua.



L I.

Digitized by Google

LIBRO III.

Che contiene la misura dell'acque correnti per li canali orizzontali, tanto solitarj, che uniti con altri orizzontali.

DEFINIZIONI.

I.



L *canale orizzontale* è quello, che ha il fondo da per tutto egualmente distante dal centro de' gravi, cioè che s' accomoda alla sferica terrestre superficie, la quale perchè in poca distanza non differisce sensibilmente da un piano, perciò il fondo di un canale orizzontale spessissimo lo consideriamo come un piano.

II. *La misura proporzionale* dell'acqua corrente non è altro che una proporzione, che passa fra le quantità dell' acqua, che passino nel medesimo, o in egual tempo per una, o più sezioni; la qual misura non solo ha luogo ne' canali orizzontali, ma ancora in altri di qualsivoglia sorte.

III. *Il cubo dell' acqua* è un numero, che nasce da regole certe il quale, messo in paragone con un altro consimile, dimostra la proporzione dell' acque, delle quali sono cubi.

IV. *Centro della velocità* si chiami il punto di qualche perpendicolare nella sezione, che corrisponde alla media velocità della medesima perpendicolare.

PROPOSIZIONE I.

Ne' canali orizzontali aperti da una parte, se dalla parte opposta si infonda dell' acqua, che sia atta a scorrere con qualche altezza, comincierà a scorrere, e seguiterà a scorrere fino all' uscita, purchè il fondo de'

Digitized by Google

de' canali o sia più alto dell'estremo termine del flusso, o con esso almeno sia nella medesima linea orizzontale.

Sia il canale A B aperto dalla parte B, del quale il fondo orizzontale A B sia più alto, ovvero nella medesima orizzontale di B, estremo termine del flusso, e dalla parte in esso d' A s' infonda acqua, che faccia l'altezza A C. Dico, che l'acqua scorrerà da A fino in B. Fig. 13.

E perchè l'acqua non può stare nell'altezza A C, se non ritenuta da un estremo termine per la general natura de' corpi fluidi, non essendovi in B, per la supposizione, un termine tale, ne seguirà, che da se l'acqua si dovrà egualmente distendere sopra il fondo A B; ma questo non può accadere, senza che l'acqua da A scorra in B: adunque da A fino B si farà il flusso; perchè dalla successiva pressione dell'altezza A C, e per la supposizione, somministrandosi successivamente nuova acqua atta a mantenersi nella medesima altezza, di nuovo l'acqua non potrà stare in quell'altezza, e si continuerà il moto successivo da A fino in B, escendo l'acqua per B; il che ec.

PROPOSIZIONE II.

La velocità, colla quale scorre l'acqua per un canale orizzontale, è la medesima, che quella, colla quale scorrerebbe da un vaso pieno d'acqua, coll'altezza uguale all'altezza viva dell'acqua nel canale orizzontale.

Perchè s'intenda il canale orizzontale A B, che scorra coll'altezza A C segato da un piano verticale F D, e sia la sezione dell'acqua, e del piano il parallelogrammo F D, che impedisca il corso; è certo, che l'acqua fra A, e D spingerà in maniera il piano D F, che datole l'esito, ella scorrerebbe colla medesima velocità di prima: poichè l'acqua, che è sotto la sezione nel corso continuato, serve in luogo del piano, mantenendo nella sezione l'acqua nella medesima altezza. S'intendano per tanto nel piano D F molti fori, da' quali esca l'acqua, ovvero per maggior chiarezza della dimostrazione, s'intendano le luci prese nella perpendicolare D G, e siano D, H, ed altre quante si vogliano, che possano essere fra D, e G, in maniera che Fig. 13.

tutta la D G sia come infinite luci, o una luce sola composta d' infinite luci: adunque scorrerà l' acqua per la perpendicolare G D colla velocità media, che scorrerebbe dal vaso chiuso C F; ma questa è la medesima, che la velocità, colla quale scorreva prima l' acqua per la perpendicolare G D: adunque l' acqua corre pel canale orizzontale, come se escisse della luce G D, e conseguentemente tutta l' acqua, che fluisce pel parallelogrammo D F, fluisce colla medesima velocità, con cui scorrerebbe, se escisse da un vaso pieno d' acqua per la luce D F con l' altezza D G; il che ec.

COROLLARIO I.

Da questa, e dalla prima proposizione del libro secondo si fa manifesto, che le velocità delle perpendicolari nelle sezioni de' canali orizzontali sono tra loro in sudduplicata proporzione delle ascisse, o tagliate fino alla superficie dell' acqua. Come, se sia la perpendicolare A B, Fig. 14. sarà la velocità del punto B alla velocità del punto C in proporzione sudduplicata delle linee A B, A C.

COROLLARIO II.

Di quì è, che se coll' asse A B si descriva la parabola A E D B, e s' intenda la linea C E come velocità del punto C, sarà B D la velocità del punto B, e così dell' altre, e tutta la parabola A E D B sarà e misura, e complesso delle velocità della perpendicolare A B.

COROLLARIO III.

Siccome è chiaro la velocità del fondo A D essere la massima, e le altre sempre essere minori, e minori, quanto più vicine alla superficie, purchè l' altezza G D sia viva, cioè non vi sia sotto qualche buca, o impedimento, perciocchè allora non solo è ritardata la velocità dell' acqua, in maniera che divien minore, che nelle parti superiori, ma alle volte diviene stagnante, e per lo più rivolta addietro il suo corso; il che più d' una volta l' ho esperimentato col pendolo; e questo sia detto, acciocchè nessuno sbagli nel far l' esperienze; imperocchè

chè facilmente può accadere, che giudichi il falso ne' fiumi irregolari, se non avvertirà a tutto il necessario.

PROPOSIZIONE III.

Dato il complesso delle velocità di qualche perpendicolare in un canale orizzontale, ritrovare la sua media velocità.

Sia la perpendicolare A B, e il suo complesso, e misura delle velocità sia la parabola B A E D, bisogna ritrovare la media velocità della perpendicolare A B. *Fig. 14.*

Si divida B D in tre parti eguali B G, G H, H D, e da queste se ne piglino due B G, G H; dico, che la B H sarà la ricercata media velocità. Si alzi dal punto H la perpendicolare H I, che seghi la parabola in E, e per E si tiri la E C semiordinata all' asse A B, e si compisca il parallelogrammo B I, e prolungata B D in F, si faccia D F eguale a G H, e si congiungano le A F, A D; perchè dunque la linea B F è sesquiterzia della linea B D, per la costruzione sarà ancora il triangolo A B F sesquiterzio del triangolo A B D, essendo tra di loro come le basi; ma ancora la parabola A E D B è sesquiterzia del medesimo triangolo A B D: dunque il triangolo A D F è eguale alla parabola B A E D; ma ancora il parallelogrammo B I è eguale al triangolo B A F, per essere nella medesima altezza, e nella metà della base: sarà dunque il parallelogrammo B I eguale alla parabola B A E D; levata dunque di comune la porzione B A E H, rimarrà il trilineo A E I eguale al trilineo E H D; ma col trilineo A E I si misura la mancanza delle velocità superiori fra A, e C dalla velocità C E, e col trilineo H E D si misura l'eccesso delle inferiori sopra C E; sicchè essendo la mancanza eguale all' avanzamento, sarà la media velocità eguale a C E, ovvero a B H; laonde dato il complesso delle velocità ec., è ritrovata la media velocità; il che ec. *Prima del 6. d'Eucl.* *Archim. della quad. della parab. Prop. 24.*

SCOLIO.

Il medesimo si potrebbe dimostrare altrimenti, conciossiachè se tutte le parti della perpendicolare A B scorressero con eguale velocità,

 nel

nel tempo che C arriva ad E, nel medesimo ancora A arriverebbe ad I, e B ad N, e così degli altri; e perciò il parallelogrammo A I farebbe il compleſſo delle velocità della perpendicolare A B; ma la parabola B A E D è il compleſſo delle velocità naturali della medeſima perpendicolare A B: adunque i compoſti delle velocità ſarebbero eguali, e conſeguentemente ancora le quantità dell' acque; o ſcorra l' acqua A B colla velocità uniforme C E, ovvero non uniforme, ſecondo la proporzione delle ſemiordinate nella parabola; e per conſeguenza ſarà C E la media velocità; il che ec.

Coroll. della Prop. ul. del 1. di queſto.

COROLLARIO I.

E perchè per l' Aſſioma primo ciaſcuna perpendicolare ha la medeſima velocità nella medeſima ſezione, ſarà la media velocità d' una ſola perpendicolare ancora la media velocità di tutta intera la ſezione.

COROLLARIO II.

Di quì è chiaro, la maſſima velocità alla media eſſere in proporzione ſeſquialtera; poichè la maſſima delle ſemiordinate B D a D H, ovvero a C E media velocità ha ſeſquialtera proporzione.

COROLLARIO III.

Di più reſta manifeſto, che ſe la medeſima, o eguali parabole ſi piglieranno per miſura delle velocità, le medie velocità nelle perpendicolari di diverſa altezza ſaranno fra loro in ſudduplicata proporzione delle perpendicolari; poichè eſſendo le maſſime alle medie in proporzione ſeſquialtera, ſaranno tutte le maſſime alle ſue medie nella medeſima proporzione, e permutando, le maſſime fra loro ſaranno nella medeſima proporzione, che le medie; ma le maſſime ſono fra loro in proporzione ſudduplicata delle loro perpendicolari: adunque ancora le medie ſaranno nella medeſima proporzione.

COROLLARIO IV.

E' ancora manifeſto il punto C della perpendicolare A B eſſere il luogo della media velocità, il qual punto ſi può chiamar centro della velocità.

Co-

COROLLARIO V.

Sicchè questo centro della velocità farà sempre demerso sotto la superficie dell'acqua in maniera, che la sua distanza dalla superficie sia quattro novesimi di tutta la perpendicolare: imperocchè essendo la massima velocità alla media in proporzione sesquialtera, se si supporrà la massima 3., la media 2., come il quadrato di 3., cioè 9., al quadrato 2., cioè 4., così A B ad A C; e però se tutta l'A B s'intenda divisa in 9. parti, l'A C farà 4. di queste parti.

COROLLARIO VI.

Adunque il centro della velocità segando similmente tutte le perpendicolari, cioè nella proporzione di 4. a 5., ne segue, che le parti segate dal centro della velocità saranno fra loro come l'altezze vive delle sezioni, avendo ciascuna ascissa alla sua perpendicolare la proporzione di 4. a 9.; e perciò come un'ascissa alla sua perpendicolare, così un'altra simile ascissa alla sua perpendicolare; e permutando, come l'ascissa alla ascissa, così la perpendicolare alla perpendicolare, in maniera che sempre si rispondano colla medesima proporzione fra se stessi l'augumento della perpendicolare, e l'abbassamento del centro della velocità sotto la superficie dell'acqua.

COROLLARIO VII.

E perchè le velocità medie sono fra loro in proporzione suddupplicata delle perpendicolari, e sono le perpendicolari fra loro come le ascisse, saranno le medie velocità in proporzione suddupplicata delle ascisse.

COROLLARIO VIII.

Sicchè ne' canali orizzontali la media velocità cresce, e scema a causa della sola variazione dell'altezza, e cresce, o scema in suddupplicata proporzione delle diverse altezze vive; di quì segue, che i canali, che hanno eguali altezze d'acqua, hanno ancora eguali le medie velocità.

PRO-

Digitized by Google

PROPOSIZIONE IV.

Se la proporzione delle massime ordinate delle parabole, che sono misura delle velocità in tutte le acque correnti, sarà la medesima, che la proporzione delle velocità medie, o massime di diverse sezioni, quelle parabole saranno tutte eguali fra loro.

Fig. 251

Siano due parabole C A E, C B D, le quali si piglino per misura delle velocità di diverse sezioni o ne' canali orizzontali, o negl' inclinati, e sia la proporzione della velocità massima, che corrisponde all' altezza della parabola A C, alla velocità massima corrispondente all' altezza B C, come C E a C D: dico la parabola A C E essere eguale alla parabola C B D.

Imperocchè disposta l' una, e l' altra al comune asse, di maniera che le massime semiordinate si adattino insieme, per lo punto D tirisi D F parallela all' asse A C, che seghi la linea parabolica A F E in F, e per F tirisi la semiordinata F G, e conseguentemente parallela a C E. Perchè adunque come A C a C B, così il quadrato C E al quadrato C D, ovvero F G, sarà il quadrato C E al quadrato G F, come A C a C B; ma come il quadrato C E al quadrato FG, così è A C ad A G: adunque come A C ad A G, così A C a C B; e però saranno fra loro eguali le A G, C B; sicchè aggiunta di comune G B, sarà A B eguale a G C; ma G C è eguale ad F D: adunque eziandio A B sarà eguale alla medesima F D: similmente si dimostrerà M H eguale ad A B; e perciò sarà eguale alla stessa F D: essendo dunque A B, M H, F D, ec. eguali, saranno le parabole A F E, B H D eguali; il che ec.

Greg. a S. Vinc. de parab. a Prop. 331.

COROLLARIO.

E perchè le parabole eguali, se hanno diverse cime, e siano costituite al medesimo asse, sono parallele fra loro, ovvero asintotiche, la proprietà delle quali è, che continuati i loro perimetri, sempre più, e più vadano scambievolmente accostandosi, nè mai si seghino, o tocchino; ne segue, che nella medesima sezione, sotto diversa altezza, le medie velocità saranno diseguali; ma però gl' incrementi delle medie

ve-

velocità, per eguali altezze sopraggiunte, più, e più si faranno minori.

PROPOSIZIONE V.

Le quantità dell'acque nelle sezioni de' canali orizzontali della medesima larghezza, ma di diversa altezza, sono fra loro in triplicata proporzione delle velocità massime.

Siano le sezioni B H, B I della medesima larghezza B K, ma d' altezza diversa B C, B A, e sia la massima velocità della sezione B H la linea B D, e B E sia massima velocità della sezione B I, di maniera che la proporzione delle velocità massime sia quella, che passa fra B D, e B E: dico, che la quantità dell'acqua per B H alla quantità per B C è in proporzione triplicata di B D a B E. *Fig. 16.*

Imperocchè si tirino le parabole B C D, B A E, K H G, K I F, le quali per l'antecedente proposizione saranno tutte eguali; e perchè le perpendicolari B C, K H sono eguali, saranno ancora le massime velocità di esse eguali, cioè B D a K G: similmente si mostrerà essere eguali le B E, K F; ed essendo le due A B, B E alle due I K, K F parallele, sarà il piano A B E parallelo al piano I K F: se dunque per lo perimetro delle due parabole si supponga rivolgersi la linea parallela A I, ovvero E F, sarà descritta una superficie d'un cilindrico parabolico: s'intendano fatti questi cilindrici C B D G H K, A B E F I K. E perchè la parabola B C D è il complesso delle velocità della perpendicolare C B, e la parabola H K G è il complesso delle volocità della perpendicolare K H, e sono simili, ed eguali gli aggregati delle velocità nell'altre perpendicolari della sezione B H, sarà il termine di tutte le somme nella superficie del cilindrico parabolico C D, G H; e perciò il complesso delle velocità della sezione B H sarà il cilindrico B G H D; e nel medesimo modo si dimostrerà la somma delle velocità della sezione B I essere il cilindrico parabolico B F I E; e perchè questi due cilindrici sono egualmente alti, saranno fra loro come le basi, cioè il cilindrico B G H D al cilindrico B F I E sarà come la parabola C B D alla parabola A B E; ma sono le parabole eguali in triplicata proporzione delle massime ordina- *Caval: Geom. lib. 2. Prop. 34 Coroll. 4.*

dinate: adunque il cilindrico al cilindrico, farà in proporzione triplicata di B D a B E; ma i cilindrici si sono dimostrati essere il composto delle velocità delle sezioni: adunque il composto delle velocità della sezione B I al composto delle velocità della sezione B H, ovvero l'acqua, che scorre per B I, all'acqua, che scorre in tempo eguale per B H, farà in triplicata proporzione della massima velocità B E alla massima velocità B D; il che ec.

Greg. da S. Vinc. Prop. 141. de parab.

Prop. 15. 1. di questo.

SCOLIO.

Prop 6. 1. di questo.

Questa proposizione in altra, e più spedita maniera si potrebbe dimostrare; imperocchè essendo le quantità dell'acque in proporzione composta delle proporzioni della sezione alla sezione, e della velocità media alla velocità media, ed essendo la proporzione delle sezioni d'eguale, o della stessa base la medesima, che dell'altezze, farà la proporzione dell'acqua all'acqua composta delle proporzioni dell'altezza all'altezza, e della velocità media alla velocità media, cioè di quella dell'altezze, e della sudduplicata delle medesime altezze. Sia dunque la prima altezza A, la seconda C: se dunque fra A, e C si trovi la media proporzionale E, e si aggiunga la quarta B, farà la proporzione di A a B composta della proporzione di A a C, cioè dell'altezze, e di quella di C a B, cioè delle velocità medie; ma la proporzione di A a B è triplicata di quella di A a E, cioè della velocità media per A alla media per C: adunque la quantità dell'acqua per A alla quantità dell'acqua per C è in proporzione triplicata delle medie velocità; il che ec.

Fig. 17.

COROLLARIO I.

Coroll. 5. Prop. 3. di questo.

E perchè le massime velocità sono proporzionali alle medie, faranno ancora le quantità dell'acque in triplicata proporzione delle massime velocità.

COROLLARIO II.

Parimente perchè le velocità medie sono fra loro in sudduplicata proporzione delle altezze, ne segue, che le quantità dell'acqua so-

no

no fra loro in triplicata proporzione di quella, che è sudduplicata dell' altezze.

COROLLARIO III.

Da queste cose nasce un facile metodo di ritrovare la misura proporzionale astratta, ovvero la proporzione, che hanno fra loro le acque correnti per diverse sezioni de' canali orizzontali d' eguale larghezza. Imperocchè, se si moltiplicheranno fra loro le altezze di due sezioni, e dal prodotto sia cavata la radice quadrata, sarà la proporzione della maggior perpendicolare alla radice ritrovata, quella, che ha la maggior velocità data alla minore, o siano massime, o siano medie, i termini delle quali se si cuberanno, cioè se si moltiplicheranno in se, e di nuovo si moltiplicherà il prodotto per la radice, sarà la proporzione de' cubi l'istessa, che quella dell' acque, che passano nel medesimo, o in egual tempo; imperciocchè i cubi delle velocità sono fra loro siccome le quantità dell' acque in triplicata proporzione delle velocità.

ESEMPIO.

Sia la perpendicolare A B alta piedi 25., e la perpendicolare B C *Fig.* 16. piedi 9., bisogna ritrovare la proporzione, che ha l' acqua, che passa per B C, all' acqua, che passa in tempo eguale per A B. Si moltiplichi 25. per 9., il prodotto sarà 225., la radice quadrata del quale sarà 15.; perciò la proporzione della velocità B E alla velocità D B sarà come 25. a 15. (essendo il 15. medio proporzionale fra 25., e 9.) oppure come 5 a 3.; se dunque B E si supponga essere 5., sarà B D 3; fatto il cubo del primo termine 5., cioè 125., e del secondo 3., cioè 27., sarà la proporzione dell' acqua, che passa per A B, all' acqua, che passa per C B, come 125. a 27., e questi numeri si potranno chiamare numeri cubici dell' acque correnti, i quali spesso verranno in uso.

COROLLARIO IV.

Ma se le larghezze non siano eguali, ma eguali le altezze, è chiaro essere le quantità dell' acque fra loro come le larghezze; imperocchè i cilindrici sarebbero nella medesima base, essendo dell' eguali perpendico-

lari eguali le velocità massime, e in conseguenza fra loro come le altezze, cioè come le larghezze delle sezioni.

COROLLARIO V.

Cavaller. Geom. lib. 2. Prop 34. Corell. 4. Se poi nè le larghezze, nè le altezze saranno eguali, perchè tutti i cilindrici hanno fra loro la proporzione composta della proporzione delle basi, e della proporzione delle altezze, sarà la proporzione dell'acqua all'acqua, composta della proporzione della larghezza della prima sezione alla larghezza della seconda, e della triplicata della media velocità nella prima sezione alla velocità media nella seconda sezione. Di quì è, che se si fanno i cubi dell'acque, che passano per l'una, e l'altra sezione, e colla proporzione di essi si componga la proporzione delle larghezze, che hanno le sezioni, sarà la risultante proporzione la medesima, che quella dell'acque. Come per esempio, se il cubo della prima sezione sia 125., e della seconda 27., e la larghezza della prima sezione alla larghezza della seconda stia come 3. a 1., si faccia come 3. a 1., così 27. a un altro numero 9., sarà la proporzione di 125. a 9. quella, che ha l'acqua, che passa per la prima sezione, all'acqua, che in egual tempo passa per la seconda.

PROPOSIZIONE VI.

Segare una parabola terminata con una ordinata all'asse, in maniera che tutta la parabola alla segata abbia una data proporzione.

Fig. 24. Sia la parabola A B D da segarsi con una linea ordinata all'asse A B, di maniera che la parabola A B D alla parabola tagliata alla cima, v. gr. A C E, abbia la medesima proporzione di F ad H. Fra F, ed H si trovino due medie proporzionali (le quali, benchè non possano trovarsi geometricamente col mezzo de' luoghi piani, almeno potranno trovarsi per i luoghi solidi, e per le linee organiche, e ancora da' numeri per approssimazione) e siano queste le rette G, I, e come F a G, così si faccia B D ad un'altra, v. gr. C E, e si faccia come il quadrato D B al quadrato C E, così B A ad A C, e per C si applichi ordinatamente C E, la quale arriverà alla parabola: dico la parabola A B D essere segata in maniera, che alla parabola A C E avrà la medesima proporzione, che F ad H. Per-

Digitized by Google

Perchè la parabola A B D alla parabola A C E ha proporzione triplicata di B D a C E, e B D a C E ſta come F a G, ſarà la proporzione della parabola A B D alla parabola A C E triplicata di quella di F a G; ma ancora F ad H è in tripla proporzione di F a G: adunque la parabola A B D alla parabola A C E ſta come F ad H; il che ec.

SCOLIO I.

Che ſe ſi doveſſe accreſcere la parabola A C E ſecondo la data proporzione di H ad F, il che più ſpeſſo ſuole accadere nella miſura dell'acque, ritrovate come ſopra le medie proporzionali I, G, e prolungato l'aſſe indeterminatamente, ſi faccia come H ad I, così E C ad un'altra, v. gr. B D, e come il quadrato C E al quadrato B D, così ſi faccia A C ad A B, e dal punto B ſi applichi l'ordinata B D, che arriverà alla parabola; imperocchè i quadrati C E, B D ſono fra loro come A C ad A B; laonde continuata la linea parabolica A E, paſſerà per D, e ſarà la parabola C A E alla parabola A B D come H ad F; il che facilmente ſi potrà dimoſtrare col metodo della precedente dimoſtrazione.

SCOLIO II.

E ſe ſi doveſſe ſegare la parabola in maniera, che la parabola tagliata dal vertice al rimanente ſpazio parabolico aveſſe la medeſima proporzione, v. gr. di F ad H, facilmente, per le coſe di ſopra dimoſtrate, ciò ſi potrebbe fare: poichè diviſa la parabola A B D in maniera, che tutta l'A B D alla ſegata A C E abbia la medeſima proporzione di F inſieme con H ad F, ſarà fatto quello, che ſi cerca; imperocchè la parabola A B D alla parabola A C E, eſſendo come F H ad F, ſarà, dividendo, come lo ſpazio C B D E alla parabola A C E, così H ad F, ovvero come la parabola allo ſpazio, così F ad H.

PROPOSIZIONE VII.

Data una quantità d'acqua corrente in un canale orizzontale per una ſezione d'una data altezza, e larghezza, e data la larghezza d'un'

 altra

altra ſezione, ritrovare l'altezza della medeſima acqua nella ſeconda ſezione.

Sia la ſezione del canale orizzontale C E, la lunghezza del quale D E, e l'altezza D C, e ſia G H la larghezza dell'altra ſezione nel medeſimo canale, ovvero della medeſima forte, biſogna ritrovare l'altezza, che farà l'acqua corrente per la ſezione C E nella ſezione F H.

Fig. 18. e 19.

E perchè la quantità dell'acqua, che paſſa per l'una, e l'altra ſezione, è la medeſima, ſaranno ancora i compleſſi delle velocità d'ambedue le ſezioni fra loro eguali. Sia pertanto il compleſſo di tutte le velocità della ſezione C E il cilindrico C E I, e quello della ſeconda ſezione F H ſia il cilindrico F H K; e perchè le baſi, e l'altezze de' cilindrici eguali ſi riſpondono reciprocamente all'altezze, ſarà come la parabola C D I alla parabola F G K, così G H a D E; ma è data la proporzione di G H a D E; adunque ſarà data altresì la proporzione della parabola C D I alla parabola F G K: ſi ſeghi pertanto la parabola C D I di maniera, che tutta la parabola C D I (la quale è data, perchè è data l'altezza C D) alla parabola C L M abbia la medeſima proporzione, che la parabola C D I alla parabola F G K, e la ſemiordinata, che ſega, ſia la retta L M; ſarà dunque la parabola C L M l'iſteſſa, che la parabola F G K, e conſeguentemente la C L ſarà eguale ad F G, altezza ricercata; il che ec.

Cavaller. Geom. lib. 2. Prop. 34. Coroll. 4.

COROLLARIO I.

E perchè ſi aſſegna la proporzione di C D a C L, ſi aſſegnerà ancora la ſua ſudduplicata D I a G K, cioè la proporzione delle velocità maſſime, o medie.

COROLLARIO II.

Dal progreſſo di queſta dimoſtrazione ſi fa manifeſto, che, ſe in vece della larghezza G H nella ſeconda ſezione ſi aſſegnaſſe l'altezza F G, potrebbeſi ritrovare e la proporzione delle velocità, e la larghezza della ſeconda ſezione; poichè data la proporzione dell'altezze, ſi dà ancora la proporzione delle velocità, le quali ſe ſi eſprimono in linee come D I, G K con moltiplicare due terzi dell'una, e l'altra colla

ſua

ſua altezza, o aſſe, ſi avrà la miſura dell'una, e l'altra parabola; laonde ſi darà ancora la proporzione della parabola F G K alla parabola C D I, ma come la parabola F G K alla parabola C D I, così la D E, larghezza della prima ſezione, a G H larghezza della ſeconda, ed è D E data: dunque ſarà data ancora G H.

COROLLARIO III.

Similmente, ſe in vece della larghezza, o dell'altezza della ſeconda ſezione, ſi aſſegnerà la proporzione, che hanno fra loro le medie, o maſſime velocità dell'una, e dell'altra ſezione, ſi darà ancora l'altezza, e larghezza della ſeconda ſezione; concioſſiachè ſe ſi faccia, come il quadrato della velocità della prima ſezione al quadrato della velocità della ſeconda, così C D, altezza della prima ſezione, ad F G, queſta ſarà l'altezza della ſeconda, ritrovata la quale, pel corollario antecedente, sarà ancora ritrovata la larghezza.

COROLLARIO IV.

Dal progreſſo della dimoſtrazione appariſce, che eſſendo la parabola C D I alla parabola F G K in reciproca proporzione delle larghezze G H, D E; ed eſſendo la proporzione delle parabole C D I, F G K triplicata di quella, che ha D I a G K; ne ſegue, che le larghezze ſono in reciproca triplicata proporzione delle velocità, e che per conſeguenza le medie velocità di diverſe ſezioni dell'iſteſſo canale orizzontale ſono fra loro in proporzione reciproca ſuttriplicata delle larghezze, ovvero come le radici cubiche delle larghezze reciprocamente.

PROPOSIZIONE VIII.

Dati due canali orizzontali d'una nota altezza, e larghezza, de' quali uno influiſca nell'altro, ritrovare il ricreſcimento dell'altezza, che farà il canale influente ſopra all'altezza dell'altro.

Sia la ſezione del canale influente A C d'una nota altezza viva A B, e di larghezza B C, e la ſezione del ſecondo recipiente ſia D E, di cui la viva altezza cognita ſia D F, e la larghezza F E, biſogna ritrova- *Fig. 30. e 31.*

re

Digitized by Google

re l'altezza, che aggiugne l'acqua della sezione A C, all'altezza della sezione D E, se l'una, e l'altra acqua insieme scorra per la sezione H E.

Fra le A B, D F si trovi la media proporzionale G, sarà pel corollario 5. prop. 5. la proporzione dell'acqua A C all' acqua D E composta della triplicata di A B a G, e di B C ad F E: adunque sarà nota la proporzione dell'acque A C, D E; laonde se l'acqua A C s'intenda aggiunta all'acqua D E, di maniera che insieme facciano la sezione H E, sarà nota la proporzione dell'acqua H E all'acqua D E. Sicchè essendo le quantità dell'acqua fra loro in proporzione triplicata delle medie velocità, saranno le velocità medie fra loro in proporzione suttriplicata delle quantità dell'acque, ovvero come le radici cube delle medesime quantità. Siano dunque queste radici cube K, M; adunque come M a K, così la velocità media dell'acqua D E alla velocità media dell'acqua H E; ma le velocità medie sono fra loro in proporzione sudduplicata dell'altezze, e l'altezze fra loro in duplicata delle velocità: adunque se si aggiugnerà la terza proporzionale N, sarà M ad N, ovvero il quadrato M al quadrato K, come l'altezza F D all'altezza F H; e perciò l'eccesso D H sarà il ricercato ricrescimento dell'altezze; il che ec.

SCOLIO.

L'altezza H D s'intende per l'eccesso della seconda altezza F H sopra alla prima F D, avanti l'ingresso dell'acqua A C; non già per l'altezza, sotto la quale scorre l'acqua A C nella sezione H E; poichè il metodo per ritrovare questa è differente.

Corollario I.

Dal modo, col quale si è ritrovato l'eccesso H D, è chiaro il metodo di ritrovare il converso del problema, cioè data l'altezza viva, che fa l'acqua, che d'un canale orizzontale entra in un altro canale orizzontale d'una nota altezza, e larghezza, ritrovare la proporzione dell'acqua influente all'acqua del canale, nel quale influisce.

Co-

Digitized by Google

COROLLARIO II.

E se inoltre sia nota la larghezza d'un canale influente, si troverà l'altezza viva del medesimo, e se sarà nota l'altezza, si ritroverà la larghezza.

COROLLARIO III.

Quanto si è detto intorno all' accrescimento dell' altezza, ancora vale pel decrescimento, mediante l' esito, o derivamento dell' acqua del canale orizzontale; e così data la proporzione dell' acqua, che esce, a quella, che rimane, si darà il decrescimento dell' altezza, e dato il decrescimento dell' altezza, sarà ancora data la proporzione dell' acqua, che esce, a quella, che rimane; di quì è, che se l' acqua, che esce, sarà d' una quantità nota, sarà parimente nota la quantità dell' acqua rimanente, dell' una, e dell' altra insieme.

COROLLARIO IV.

Similmente quel che è detto dell' ingresso, e dell' escita dell' acqua per altri canali orizzontali, serve ancora per l' accrescimento d' un canale cagionato da qualsivoglia causa, o dalle pioggie, o dal maggior gonfiamento delle sorgenti, o de' laghi ec., come da per se stesso apparisce.

PROPOSIZIONE IX.

Dividere qualsivoglia sezione d' un canale orizzontale in maniera, che dalle parti esca l'acqua in una data proporzione.

Sia la sezione A D, e la sua altezza A B, bisogna dividerla v. gr. in tre parti A H, E I, F D; di maniera che l' acqua, che passa per A H, all' acqua, che passa per E I, abbia la medesima proporzione, che ha L ad M, e l'acqua, che passa per E I, all'acqua per F D, sia come O a P. *Fig. 32.*

Si faccia come O a P, così M ad N, e s'intenda L l'acqua, che passa per A H, sarà M l' acqua, che passa per E I, ed N quella, che passa per F D; e perciò tutta l' L N sarà l' acqua, che passa per l' intera sezione A D. Dipoi coll' asse A B si descriva la parabola B A K,

e si

Digitized by Google

e si divida pel Corollario II. della Proposizione VI. nelle parti, che abbiano la medesima proporzione di L ad M, e di M ad N, e siano A E G, E F X G, F B K X, e sia la divisione fatta per le semiordinate E G, F X, le quali convengano coll'asse ne' punti E, F, e per essi si tirino E H, F I parallele all'una, o all'altra A C, B D; dico, che l'acqua per A H all'acqua per E I avrà la medesima proporzione, che L ad M, e che l'acqua per E I all'acqua per F D avrà la medesima proporzione di M ad N, o di O a P.

Conciossiachè A E G, E F X G, F B K X sono il complesso delle velocità dell'acque, che passano per le parti della perpendicolare A E, E F, F B; saranno per la costruzione i complessi delle velocità delle parti segate A E, E F, F B fra loro come L, M, N; ma nelle sezioni d'eguale larghezza i complessi delle velocità sono fra loro come le quantità dell'acque, ed è la medesima, o eguale la larghezza delle sezioni A H, E I, F D: adunque le quantità dell'acque per A H, E I, F D saranno fra loro come L, M, N; il che ec.

Prop. ult. del 1. di questo.

COROLLARIO.

Da questa Proposizione si fa manifesto, che, se si darà la proporzione, che ha l'acqua d'un canale influente all'acqua d'un canale recipiente, di cui parlammo all'ottava Proposizione, si potrà ritrovare l'altezza, colla quale scorre l'acqua del canale influente, o altr'acqua di mole ad essa eguale nella superior parte della sezione; intorno al che si è trattato nello Scolio dell'ottava Proposizione. Conciossiachè, se si divida la parabola secondo la proporzione, che ha l'acqua influente all'acqua d'un canale recipiente, sarà l'asse della parabola segata alla cima, v. gr. A E, l'altezza ricercata; e questa necessariamente ne' canali orizzontali sempre è maggiore dell'eccesso dell'altezza ricresciuta sopra alla prima, perchè ricresciuta l'altezza, cresce ancora la velocità dell'acqua fra E, e B, e l'altezza diminuisce secondo la proporzione dell'aggiunta velocità; ma il decrescimento della prima altezza è compensato dall'altezza A E, la quale essendo sempre maggiore, forma l'eccesso, intorno al quale si è trattato nella Proposizione VIII. Vedi ciò, che si è notato alla Proposizione X. Libro I.

PRO-

Digitized by Google

PROPOSIZIONE X.

Data la perpendicolare, o l'altezza viva di qualche fezione, e la larghezza della medefima in un canale orizzontale, ritrovare la quantità affoluta, e determinata dell' acqua, che paffa in un dato tempo per una data fezione.

Sia la data altezza viva A B in qualche fezione d'un canale orizzontale: bifogna ritrovare la quantità affoluta dell' acqua, cioè corrente in una determinata mifura, nel dato tempo per la fezione, la perpendicolare della quale è A B. Fig. 14.

Si ritrovi, per la 3. di quefto, in A C il centro della velocità media, il quale fia C; farà dunque A C 4. nove parti di tutta l'A B, e perchè tutta l'A B v. gr. è data di piedi 9., ancora A C farà data di piedi 4.; dunque per la Propofizione VIII. del Libro II., o per la Tavola, che a fuo luogo fi darà, quando l'avremo ridotta ad una fomma efattezza, fi trovi lo fpazio, che fi conviene alla velocità dell'acqua fotto l'altezza A C, la quale v. gr. fi fupponga effere piedi 120. in un minuto: farà dunque C E piedi 120., la quale fe fi moltiplicherà per tutta l'A B di piedi 9., il prodotto 1080. farà la mifura della parabola B A D, o del rettangolo contenuto da B A, C E; che fe di nuovo fi moltiplicherà per la larghezza della fezione, v. gr. di piedi 10., il folido, che di lì ne rifulta 108000., farà la quantità dell'acqua, che paffa in un minuto in piedi cubi per la fezione data. Lo fteffo fegue, fe fi moltiplicherà l'area della fezione per lo fpazio, che fi conviene alla velocità. Adunque da quel, che fi è detto, è chiaro, quefta effere la vera mifura; perchè fe tutte le parti dell'acqua, che fi ritrovano nella fezione, o nella perpendicolare A B, fcorreffero colla velocità C E, atta a fcorrere in un minuto piedi 120., ne rifulterebbe un prifma retto, la bafe di cui farebbe la data fezione, e la lunghezza piedi 120., e la folidità di quefto prifma fi ha moltiplicando fcambievolmente le tre dimenfioni.

Corollario.

E perchè per la Propofizione V. fi dà la proporzione dell'acque

correnti per le date fezioni di canali orizzontali, ne fegue, che, fe farà efattamente determinata una mifura d'acqua in una fezione, il che fi può avere ancora con particolare efperienza, più, e più volte riprovata; ne fegue, dico, che fi poffa avere determinata precifamente in qualunque altra fezione, come, fe fi fupponga, la quantità dell'acqua, che fcorre in un minuto di tempo per una fezione, la perpendicolare della quale è A B, effere 10800 piedi cubi, e fia il cubo dell'acqua in quefta fezione al cubo dell'acqua nell' altra come 1. a 27.; fi farà per la regola aurea, come 1. a 27., così 10800. a 291600., e quefto farà il numero de' piedi cubi correnti in un minuto folo di tempo per la feconda fezione.



LIBRO

Digitized by Google

LIBRO IV.

Nel quale si tratta della misura dell' acque correnti ne' Canali inclinati, uniti in qualunque modo.

Assioma.



L'Acqua non può avere nel suo corso, eccettuata la violenza, maggior velocità di quella, che avrebbe, se solo discendesse liberamente per la linea perpendicolare, levato ogni impedimento.

Questa Proposizione è certa, essendo che la velocità del corso dipende dalla gravità dell' acqua, e questa impiega la sua massima forza nella linea tendente al centro de' gravi, cioè nella perpendicolare; e perciò a ragione si può prendere come assioma.

DEFINIZIONI.

I. *Velocità intera* dell' acqua corrente è quella, che avrebbe l'acqua in un punto d'un canale, o perpendicolare ec., se dal principio del canale fin lì discendesse senza alcuna resistenza.

II. *Velocità ritardata*, o *residua* è quella, che ha realmente l'acqua nel discendere, quando è minore dell' intera velocità, ovvero è l'intera velocità mancante di quella, che vien levata all' acqua corrente dagl' impedimenti nel discendere.

III. *La velocità perduta* è la differenza tra la velocità intera, e la ritardata, ovvero è quella porzione di velocità, che è di tanto in tanto levata all' acqua corrente dagl' impedimenti.

IV. Dalle ineguali velocità delle dette tre specie in una perpendicolare di qualche sezione, ovvero nella sezione medesima, si può comporre una media velocità, secondo il senso della settima Definizione del Libro primo, e si dirà *media velocità intera*, *media velocità ritardata*, *media velocità perduta* d'una perpendicolare, o d'una sezione.

V. *La perpendicolare all' orizzonte di qualche sezione* è la retta linea perpendicolare all' orizzontale, tirata dal fondo della sezione.

VI. *La perpendicolare d' una sezione* è la linea tirata nel piano della sezione perpendicolare al fondo, la quale se rimane alla superficie dell' acqua, altrove si è chiamata altezza dell' acqua.

VII. *Prima sezione di qualche canale* è quella, che avanti l' altre riceve tutta l' acqua, che dee scorrere pel canale, ovvero è quella, che è più alta di tutte l' altre, che possono darsi in uno stesso alveo, per la quale scorre eguale quantità d' acqua, che per le inferiori. Come, Fig. 39. se si supponga S O B A essere qualche conserva, o stagno, in cui l' acqua sia livellata fino all' orizzonte S A, e B E il canale, pel quale debba scorrere l' acqua, sarà S principio del canale, secondo il senso della quarta Definizione del Libro secondo, e B prima sezione, perchè per essa primieramente passa tutta l' acqua, che si cava dalla conserva; l' altre poi sotto B si chiamino sezioni seconde, o inferiori, le quali si vanno distinguendo secondo la distanza diversa dal principio del canale S; e così B A si chiama perpendicolare all' orizzonte della sezione B, e B C perpendicolare prolungata della sezione; e supposto che M sia la superficie dell' acqua nella sezione B, chiamiamo B M semplicemente perpendicolare della sezione, ovvero altezza dell' acqua nella sezione.

PROPOSIZIONE I.

Ne' canali inclinati liberamente correnti, che hanno nel discendere l' intera velocità, l' altezza dell' acqua non cresce velocità.

Fig. 38. Sia il canale inclinato A D, e il suo principio A, e l' altezza della sezione D E, la velocità della quale sia intera, e da D si eregga la D F perpendicolare all' orizzontale della sezione C D, e terminata alla superficie dell' acqua: dico, che l' altezza D F non accresce la velocità della perpendicolare, o della sezione D E.

Imperocchè per A tirisi l' A C perpendicolare all' orizzontale C D, e presi in D E qualsivogliano punti, v. gr. H ec., per H si tiri H I parallela a C D, e H G parallela a D F, e terminata in G alla superficie dell' acqua.

E perchè per supposto l' acqua in D ha l' intera velocità, tanto in D,

Digitized by Google

D, che in C farà la medefima velocità; adunque fe l'altezza F D crefceffe la velocità D, farebbe la velocità in D maggiore della velocità in C; adunque l'acqua D più velocemente fcorrerebbe per lo piano inclinato A D, che per la perpendicolare A C, mantenendofi pure la medefima fcefa A C. Similmente, fe l'altezza G H crefceffe la velocità H, farebbe la velocità in H maggiore della velocità in I, e confeguentemente l'acqua H più velocemente fcorrerebbe, che fe difcendeffe per A I. La medefima ragione ferve per tutte le parti dell'acqua nella perpendicolare D E; adunque tutta l'acqua D E più velocemente fcorrerebbe per lo piano inclinato A D, che per la perpendicolare A C; il che è impoffibile per l'Affioma di quefto Libro: adunque le perpendicolari F D, G H ec. non accrefcono velocità; il che ec. *Torricel. de motu grav. Prop. 5.*

COROLLARIO I.

Perchè dunque niuna perpendicolare, o altezza F D, minore dell' altezza A C, crefce la velocità D, ne fegue, la preffione dell'acqua, che di fopra fa forza, non agire contra la velocità, quando la velocità dell' inferiore per altro è maggiore di quel che poffa imprimere la preffione fuperiore.

COROLLARIO II.

Ma fe l'altezza F D foffe eguale ad A C, o operi la preffione, ceffando la velocità acquiftata per A D, o no (rimanendo la medefima velocità, e dalla medefima cagione), ne fegue, che la velocità del punto D in quefto cafo fi può pigliare indiftintamente o dall' altezza F D, o dalla difcefa per A D, fecondo la perpendicolare A C.

COROLLARIO III.

Che fe l' altezza F D fuperaffe la perpendicolare A C, in quefto cafo, perchè la fuperficie dell'acqua da fe fteffa fi livella alla linea orizzontale, proporzionalmente fi alzerà il principio del canale A v. gr. in L, e la velocità fi dovrà mifurare dalla fcefa per la L D.

Co-

COROLLARIO IV.

E perciò l'altezza, v. gr. M D, potrà accrescere la velocità D, se ella prima sarà tanta, quanta solo si conviene alla discesa per A D; imperciocchè, o cresca a causa della maggior discesa L D, o L O, ovvero a causa dell' altezza M D, è la medesima cosa, essendo che M D, L O siano eguali.

COROLLARIO V.

Adunque generalmente l' altezza dell' acqua in qualche sezione non aggiugne velocità alle parti inferiori, se non hanno minore velocità di quella, che l' altezza dell' acqua può imprimere sopra al fondo della sezione.

SCOLIO.

E di quì si cava la ragione, perchè l'acque ne' canali orizzontali scorrono colla sola velocità proveniente dalla pressione, ma ne' canali perpendicolari, e inclinati colla sola velocità dipendente dalla inclinazione dell' alveo, cioè perchè in quelli l' acqua inferiore nella sezione non ha velocità, e per conseguenza minore di quella, che ad essa può contribuire l' altezza dell' acqua premente; ma in questi l' acqua inferiore, quanto comporta sua natura, fluisce con maggior velocità di quel che le possa contribuire l' altezza; e in questo caso l' altezza dipende dalla condizione della velocità, non la velocità dalla quantità dell' altezza, come negli orizzontali. Il simile segue nelle fonti, nelle quali le sezioni verticali degli spilli, e le loro altezze perpendicolari all' orizzonte non influiscono nella velocità, o siano gli spilli orizzontali, o in qualsivoglia modo inclinati.

PROPOSIZIONE II.

Supposte le stesse cose, se per di sopra si chiuderà qualche poco la sezione, l' altezza dell' acqua nella perpendicolare della sezione tanto crescerà, che o supererà l' impedimento, e scorrerà di sopra, o tanto supererà l' orizzontale tirata dal principio dell' alveo.

Poi-

Poichè nel canale inclinato A D si chiuda per di sopra parte dell' altezza della sezione D E, e sia la chiusa H E, e si continui l' impedimento, che ritiene l' acqua, fino in Q, sotto l' orizzontale A N; dico, che l' acqua crescerà fino all' orizzontale K Q, talchè potrà scorrere sopra all' impedimento H Q; e se lo stesso impedimento per di sopra si continui, di maniera che possa contenere tutta l' altezza ricresciuta, dico, che l' acqua solo ascenderà tanto, che superi l' orizzontale tirata dal principio dell' alveo. Fig. 31.

Imperocchè diminuita l' altezza della sezione D E, e conseguentemente la sezione a cagione della chiusa H E, è impossibile, che scorra per la stessa sezione D H la medesima quantità d' acqua, che per l' avanti scorreva colla medesima velocità per D E. Perchè a volere, che scorra dall' una, e l' altra sezione la medesima quantità d' acqua, è necessario, che le velocità siano reciprocamente proporzionali colle sezioni; sicchè qualche porzione si ritarderà; e perchè in tutti i tempi si ritardano altre simili porzioni, queste non solo si stagneranno sopra all' E Q; ma per causa del continuo augumento accresceranno ancora l' altezza. Si supponga dunque l' altezza essere cresciuta fino all' orizzontale K Q; perchè K Q è fra l' orizzontale A N, sarà A C maggior perpendicolare di K C; laonde la discesa per A C imprimerà maggiore velocità di quella, che possa imprimere la pressione K C; adunque l' altezza K C, o S D non crescerà velocità nella sezione D H, e in conseguenza non sarà cresciuto il flusso dell' acqua dall' altezza D S; dunque tutta la quantità dell' acqua, che sarà ritardata dopo l' acquistata velocità D S, sarà necessitata a scorrere sopra all' impedimento H Q; e nel medesimo modo si dimostrerà, che l' altezza D B non cresce la velocità della sezione D H. Adunque, acciocchè l' altezza possa far crescere la velocità della sezione D H, sarà necessario, che ascenda sopra all' orizzontale A N; il che ec. Prop. 3. di questo.

SCOLIO.

La verità di questa Proposizione, che da molti amici, veramente dotti, era tenuta per un paradosso, presi da un comune errore, che faceva loro credere per certo, che le velocità dipendessero dall' altezza

dell'

dell'acqua, almeno in parte, mentre io la dimoſtrava coll'eſperienza alla loro ſteſſa preſenza, ſi oſſervarono alcuni accidenti, degni d'eſſere notati, i quali io ſtimo molto a propoſito manifeſtarli in queſto luogo.

Io feci fare di lama di ferro il vaſo parallelepipedo A F, e nella Fig. 34. ſua faccia d'avanti fu aperto l'emiſſario L S, e ad eſſo fu adattato il canale della medeſima materia, che ſi giraſſe intorno ad F G, in maniera che poteſſe avere diverſe inclinazioni; il quale abbiamo notato colla ſola linea S P con ſezione verticale, per isfuggire la confuſione delle linee; e le ſue laterali ſponde L S P M tanto erano alte, che impedivano, che l'acqua non iſcorreſſe ſopra di eſſe. Nel mezzo di queſto canale fu adattata la cateratta M R ne' ſuoi canaletti, acciocchè ella ſi poteſſe qualunque volta alzare, e abbaſſare. Per la qual coſa inclinato il canale v. gr. in P S, e ferrate accuratamente tutte le feſſure colla cera, ſi miſe dell'acqua nel vaſo con alcune cannelle torte, che l'attignevano uniformemente da un altro vaſo, cioè da una conſerva, che ſteſſe ſempre piena d'acqua, acciocchè la quantità dell'acqua, tirata su dalle cannelle in tempi eguali, foſſe perpetuamente eguale, ed eguale foſſe quella, che eſciva dal canale.

Queſta dunque cominciò a ſcorrere formando la ſuperficie, o linea I X N Q, e nella ſezione O l'altezza O N; le quali coſe ſtando così, ſi laſciò andare la cateratta di maniera, che per l'appunto combaciaſſe colla ſuperficie dell'acqua; e finchè le coſe ſi laſciarono ſtar così, non ſi vide mutazione alcuna; ma tramutate le circoſtanze, ſi ſcorſero i ſeguenti accidenti.

I. Laſciata immergere la cateratta nell'acqua v. gr. fino in R, l'acqua fra I, ed N ſi cominciò ad elevare quaſi fino all'orizzontale H I B; ma non vi arrivò preciſamente; ſi alzò però tanto, che arrivò a ſuperare quattro, o cinque volte l'altezza del reſtante della ſezione O R.

II. Si cominciò ad elevare l'acqua con tumulto, e agitazione, come ſe aveſſe ribollito, di maniera che la parte dell'acqua, che paſſava per R O, laſciò in parte la prima velocità, e cominciò a ſcorrere più lentamente; il che manifeſtamente ſi potè diſtinguere dalla diminuzione dell'acqua, che ſcaturiva da baſſo ſul piano inclinato; dalla qual coſa fu facile il dedurre, che la velocità dell'acqua acquiſtata nel diſcendere,

a cauſa

Digitized by Google

a causa de' moti irregolari derivati d'altronde, come da impedimenti, reflessioni, vortici, ec., patisce alterazione, e diminuzione considerabile.

III. Sollevatasi l'acqua fino all'orizzontale D X C, termine dell' elevazione, quì si quietò; ed essendo che quel tumulto a poco a poco cessasse crescendo l'alzamento, cominciò parimente a farsi maggiore l'ampiezza dell'acqua cadente, di maniera che primieramente tornò all' ampiezza di prima, e dipoi ancora pervenne a maggiore.

IV. E stando in questo stato le cose, aggiunta l'acqua di una cannella, di nuovo si rialzò anco più la superficie fino all'altro termine superiore, e di nuovo si osservarono le cose stesse, che furono osservate nel secondo, e terzo caso.

V. Di nuovo rialzata la cateratta di maniera, che l'acqua ritenuta scorresse, e ritornata l'acqua alla sua natural superficie I G N Q, di nuovo si lasciò andare la cateratta fino al combaciamento di essa; fatto questo, aggiunta l'acqua d'un altro sifone nel vaso A F, si osservò le stesse cose, che sopra furono osservate, quando fu lasciata andare la cateratta sotto la superficie dell'acqua.

VI. Tutte queste cose in contrario proporzionatamente si osservarono (rimosso il sifone aggiunto di prima, e alzata la cateratta, e di nuovo lasciata andare come prima) per la sola aggiunta di piccolissima quantità d'acqua, v. gr. d'un'oncia, o due, anzi solamente di tanta, quanta si contiene da un cucchiajo, la quale si versasse immediatamente sopra alla sezione O R.

VII. Anzi lo stesso appunto accadeva senza alcuno accrescimento di acqua solamente col ritardare la velocità dell'acqua fra S O o con una mazza, o con un dito, o con una mazza messa nell'acqua, e ancora col solo soffio.

SCOLIO II.

In queste esperienze è da osservarsi, che il sesto, ed il settimo fenomeno riconoscono la medesima causa; poichè l'aggiunta dell'acqua, per quanto importa una certa aggiunta non continuata, avrebbe dovuto tanto crescere la superficie dell'acqua, quanto richiede la sua mole, cioè pochissimo; ma perchè nell'aggiugner acqua, e in particolare con impe-

 to,

to, come quando ſi getta l'acqua da alto, ſi ritarda la velocità del corſo, e ſempre più ſe ſia cauſata perturbazione; quindi l'aumento dell'altezza diviene più notabile per queſto modo, che nel ſettimo caſo al ritardamento fatto con un dito.

SCOLIO III.

Che poi, nell'addotta eſperienza, nel primo fenomeno l'acqua non ſuperaſſe l'orizzontale H B, come naturalmente doveva accadere per le coſe dimoſtrate nella paſſata Propoſizione, ciò ſegul, perchè non era intera la velocità dell'acqua, cioè non era tanta, quanta ne richiedeva la ſceſa perpendicolare della T O, V R, ma ritardata dalla reſiſtenza cauſata dal ſoffregamento del fondo, e delle ſponde; la qual coſa non ſi può fuggire in tutto, nè pure per mezzo d'alcuno artificio, e ne' canali inclinati è d'una grande importanza.

Contuttociò eſporremo più ſotto alla Propoſizione X. Lib. V. il metodo di ritrovare la proporzione, che ha queſto impedimento, o piuttoſto queſta velocità ritardata all'intera velocità.

PROPOSIZIONE III.

Suppoſte le ſteſſe coſe, e accreſciuta l'altezza dell'acqua di maniera, che finalmente ſempre rimanga nel medeſimo ſtato: dico, che per la minor ſezione H D paſſerà la medeſima quantità d'acqua, che paſſava prima per l'intera ſezione D E.

Fig. 33. Conciofſiachè creſciuta l'altezza dell'acqua fino ad M L ſopra all' orizzontale A N, perchè pel canale A D paſſa la medeſima quantità di acqua di prima, ſe foſſe maggiore la quantità dell'acqua, che paſſa per la ſezione D H, di quella, che paſſava per l'avanti per la ſezione D E, maggior quantità d'acqua ſi trarrebbe di quella, che foſſe ſomminiſtrata dal canale; adunque l'orizzontale M L diſcenderebbe; il che è contrario al ſuppoſto: e ſe minore foſſe la quantità dell'acqua, che paſſa per la minor ſezione D H, di quella, che paſſava per la maggiore, trattenendoſi allora qualche porzione d'acqua, la ſuperficie M L s'alzerebbe; il che pure è contrario al ſuppoſto: ſicchè non paſſando nè maggiore, nè minore quantità d'acqua, paſſerà l'iſteſſa per la ſezione H D di quella, che paſſava per la ſezione D E; il che ec. PRO-

Digitized by Google

PROPOSIZIONE IV.

In un canale inclinato se l'acqua scorra facendo nella data sezione una determinata altezza, sopra alla quale si serri dalla parte di sopra indefinitamente la sezione, e le sponde del canale siano tant'alte, che possano contenere tutta l'altezza dell'acqua, e s'intenda ritardata la velocità dell'acqua, si alzerà la superficie dell'acqua fino all'orizzontale per lo principio dell'alveo.

Nel canale inclinato A D scorra l'acqua facendo nella sezione D l'altezza D E, e da E s'intenda per di sopra continuato l'impedimento E P, che chiuda, e il rimanente, che è supposto nella Proposizione; e s'intenda a causa della chiusa essere ritardata la velocità di maniera, che non possa più passare l'acqua per la sezione D E colla sua prima velocità: dico, che la superficie dell'acqua s'alzerà tanto, che arriverà all'orizzontale A N per lo principio dell'alveo. Fig. 33

Poichè essendo ritardata la velocità nella sezione D E, non passerà per D E tant'acqua, quanta ne passava prima; laonde in tutti i tempi sarà trattenuta qualche porzione d'acqua fra A, ed E P: adunque dall'essere trattenuta continuatamente ciascuna porzione dell'acqua, sempre più, e più s'alzerà la superficie dell'acqua, finchè l'altezza sopra alla luce, o sezione D E non divenga tale, che possa restituire la perduta velocità; ma solo l'elevazione fino all'orizzontale A N può restituire la primiera velocità, conciossiachè la primiera velocità, essendo che era l'intera, era quella, che conviene alle perpendicolari B D, N H, ed è la medesima, che alla sezione D E viene impressa dall'elevazione della superficie A N: adunque l'acqua si eleverà fino all'orizzontale A N per lo principio dell'alveo, nè si alzerà di più, imperocchè crescerebbe la velocità nella sezione, ed in conseguenza maggior quantità di acqua escirebbe per la sezione D E di quella, che conducesse il canale A D; e così la superficie di nuovo si ribasserebbe all'orizzontale A N, nè si abbasserà più; imperocchè la minore altezza non imprime la velocità dovuta alla maggior discesa; il che ec.

COROLLARIO.

Di quì è chiaro, che se il ritardamento cessasse prima che fosse seguita l' elevazione fino all' orizzontale per lo principio dell' alveo, cesserebbe ancora l' elevazione, che si fermerebbe in quello stato; laonde, acciocchè sia vera la Proposizione, bisogna che duri il ritardamento almeno fino all' elevazione predetta.

PROPOSIZIONE V.

Poste le stesse cose come nella seconda Proposizione, dico, che le velocità fra D, ed H fra loro avranno proporzioni tali, che il punto D abbia la velocità, che gli è contribuita dall' altezza D M, il punto H quella, che gli dà l' altezza H R, di maniera che il complesso delle velocità fra D, ed H sia nello spazio parabolico, la cui cima sia P. *Fig. 31.*

Imperocchè in D non può essere maggior velocità di quella, che vi imprima l' altezza M D, non essendovi causa, che ve ne sia impressa maggiore, poichè l' accelerazione pel canale A D, o piuttosto L D, non ne può contribuire di più, come da per se stesso è manifesto; similmente nè meno può essere minore, essendo che la pressione M D non permetta questa minore velocità: se dunque nè minore, nè maggiore è la velocità in D di quella, che le vien data dall' altezza M D, è necessario, che sia eguale. Similmente si dimostrerà, che la velocità H è quella, che imprime l' altezza R H, e l' istesso si dimostrerà dell' altre velocità fra D, ed H, rispetto alle sue perpendicolari fino alla superficie dell' acqua L D. Ritrovata dunque la parabola, che sia la misura di queste velocità, cioè P T V, si tirino le D V, H I semiordinate, e si faccia lo spazio parabolico D H T V, che sarà il complesso delle velocità della perpendicolare D H; il che ec.

Prop. 15. 31. di questo Coro. I. Prop. 5. di questo.

SCOLIO I.

Lo stesso si può dimostrare, benchè non sia serrata la sezione, ma solo ritardata la velocità, secondo le cose supposte nella quarta Proposizione, essendo la medesima dimostrazione.

SCO-

Digitized by Google

SCOLIO II.

E perchè l'elevazione della superficie L P accresce ancora la lunghezza del canale prolungato per di sopra il principio in L, secondo il senso della quarta Definizione del Libro II., è chiaro, che l'altezza **M D**, e la discesa per L A D imprime i medesimi gradi di velocità alla sezione D; e di più, che il canale diviene come un vaso chiuso L A D E P, la luce del quale è H, e che ad esso è somministrata l'acqua in maniera, che conserva la stessa superficie L P; sicchè da questo capo ancora si deduce le velocità D, H avere tra loro tali proporzioni, che vengono nello spazio parabolico predetto, per le cose dimostrate nel secondo Libro.

COROLLARIO I.

Tirata adunque per X la parabola D X Y, e le sue semiordinate D Y, E ♂, sarà lo spazio parabolico D F ♂ Y, complesso delle velocità della perpendicolare D E, eguale allo spazio parabolico D H T V, complesso delle velocità della perpendicolare D H; imperocchè essendo eguali le quantità dell' acqua, ancora i complessi delle velocità saranno eguali. *Prop. 3. di questo.* *Prop. 13. di questo.*

COROLLARIO II.

Adunque se si faranno sopra D E, D H i rettangoli eguali agli spazj parabolici, saranno i lati rimanenti, ovvero le loro altezze le medie velocità; e ritrovato il centro della velocità della perpendicolare E D v. gr. H, si faccia come il quadrato della media velocità della perpendicolare D H al quadrato della velocità media della perpendicolare D E, così X H a P 2., sarà 2. il centro della velocità della perpendicolare D H; essendochè le medie velocità siano parallele, o eguali alle linee paraboliche, saranno gli assi fra loro in duplicata proporzione delle massime ordinate. *Prop. 7. 11. di questo.* *Prop. 8. del medesimo.* *Prop. 4. del 2. di questo.*

SCOLIO III.

E perchè per ritrovare il centro della velocità, bisogna che sia nota

Digitized by Google

nota l'altezza dell'asse D X, come s'è detto nella Prop. 8. del lib. 2., ricercando ciò la quadratura dello spazio parabolico, come nella 7. Prop. del medesimo, e di più per ritrovare l'altezza dell'asse nella maniera, che nella *6*. Prop. del medesimo si ritrova, bisogna che sia nota la proporzione delle semiordinate massima, e minima, o pure nel nostro caso quella della velocità della superficie, e del fondo, la quale se si ricercherà coll'esperienza, v. gr. col pendolo, non è certissima, potendo essere le velocità ritardate, e conseguentemente turbata l'astratta proporzione di esse, dovuta alla discesa; si potrebbe dubitare nel caso del precedente corollario, se sia ritrovato bene il centro della velocità; ma contuttociò, perchè la proporzione delle velocità si può trovare per altri versi, come per esempio dalla lunghezza del canale, e dall'angolo dell'inclinazione, ed ancora colle livellazioni fatte diligentemente, coll'instrumento in particolare del celebre Montanari di felice memoria, già mio maestro, pel mezzo delle quali cose può aversi la distanza della linea orizzontale per lo principio dell' alveo dal fondo della sezione, v. gr. B D, e di quì di D X, si avrà il centro della velocità, e di poi tutte le altre cose dedotte nel corollario precedente.

COROLLARIO III.

Laonde se sarà noto l'angolo dell'inclinazione del canale, al quale è eguale l'angolo B D X, oppure 3. 2. P, essendo noto l'angolo P 3. 2. retto, e il lato P 2., sarà anco manifesta trigonometricamente la quantità della perpendicolare 3. 2., cioè l'altezza dell'acqua sopra il centro della velocità della perpendicolare D H.

PROPOSIZIONE VI.

Se si infonda dell'acqua in una conserva per mezzo d'un canale perpendicolare influente, e sia la quantità influente maggiore della quantità di quell'acqua, che può escire dalla sezione, o luce data, con quella velocità, che si conviene alla cascata dal principio del canale influente sino alla luce; l'acqua nella conserva ascenderà tanto, che superi l'altezza del canale influente.

Fig. 35. Sia la conserva C B D, e il canale perpendicolare influente in essa

essa A B, il principio del quale A, e sia in B la velocità del cadente intera, e l'apertura B non sia sufficiente a metter fuori tutta l'acqua, che gli vien somministrata dal cadente A B: dico, che l'acqua nella conserva si alzerà sopra al principio A del cadente.

Si continui la conserva fino alla cima del canale influente; e perchè in questo stato l'altezza della conserva non può imprimere maggior velocità di quella, che si conviene alla discesa perpendicolare A R, e la velocità, che a questa si conviene, cioè l'intera, non è tanta, sicchè possa tutta l'acqua scorrere per l'apertura B: dunque o traboccherà sopra alle sponde del canale, ovvero, continuato esso canale, acquisterà tant'altezza, di maniera che potrà spingere tutta l'acqua per B colla ricercata velocità, cioè più alto salirà che A; il che ec.

COROLLARIO I.

Di quì ne segue, che, se sarà l'apertura B proporzionata all'intera velocità B, cioè, se la luce B alla sezione del cadente in M sarà in reciproca proporzione della velocità M alla velocità B, non si tratterrà alcuna porzione d'acqua nella conserva, ma tutta scorrerà fuori. Lo stesso avverrà, se la luce alla sezione avrà maggior proporzione, che reciprocamente le velocità. Al contrario poi, se maggiore sarà la proporzione della velocità M alla velocità B di quella, che ha l'apertura B alla sezione M; che è il caso della Proposizione pur ora dimostrata.

SCOLIO I.

La velocità M, e la sezione M in questo Corollario non si possono intendere nel principio del canale, ma sotto esso, essendo che nel principio la velocità è nulla, e la sezione è infinita; imperocchè nella stessa proporzione dovrebbe essere la velocità B quanto alla velocità A nulla, che la sezione A alla sezione B; ma fra il quanto, e il nulla vi corre una infinita proporzione: adunque ancora deve essere infinita la proporzione della sezione A alla sezione B, quale appunto è quella, che passa fra la sezione A infinita, e la sezione B finita.

Co-

COROLLARIO II.

Adunque in queſto ſenſo, perchè la velocità M alla velocità B ha maggior proporzione, che la luce B alla ſezione M, ſi faccia come la luce B alla ſezione M, così la velocità M ad un'altra velocità F, e come il quadrato della velocità M al quadrato della ritrovata velocità F, così ſi faccia A M a G R: ſarà G R l'altezza, fino alla quale creſcerà l'acqua nella conſerva nel caſo di queſt' ultima Propoſizione, e maggiore di A R, come facilmente ſi può provare da quel che ſi è finora dimoſtrato.

COROLLARIO III.

Ma ſe la velocità del canale influente ſarà ritardata, eſſendo l'apertura proporzionata all'intera velocità, l'acqua ſalirà nella conſerva fino al principio del canale A; imperocchè aſcendendo l'acqua fin lì, reſtituirà l'intera velocità; e però per eſſo eſcirà tutta l'acqua.

COROLLARIO IV.

Che ſe la luce ſia proporzionata a qualche velocità ritardata, nè per anco l'acqua eſca tutta, è evidente eſſere la velocità più ritardata di quel che comporti la reciproca proporzione de' fori, e delle velocità, cioè il foro eſſere minore di quel che richiegga la data velocità dell' acqua ritardata: dunque l'acqua ſi alzerà nella conſerva, v. gr. fino all' orizzontale C D, di maniera che l'altezza R C reſtituiſca quella velocità, che è proporzionata alla luce.

COROLLARIO V.

E di quì è chiaro, che l'altezza C R della ſuperficie dell'acqua C D aggiugnerà maggior velocità alla luce B, che tutta la caduta A B, ogni volta che è ritardata la velocità.

COROLLARIO VI.

Ed in oltre non eſſere da conſiderarſi l'impeto del cadente perpendicolare nella conſerva, ovvero non far nulla alla velocità delle luci,

men-

Digitized by Google

mentre ſtia ſiſſa la ſuperficie dell'acqua, ſe non quanto alcuna volta la ſuperficie dell'acqua qualche pocolino per l'impeto del cadente va in giù, e in ſu; ma eſſere ſolamente conſiderabile l'altezza della ſuperficie dell'acqua ſopra i centri delle velocità delle luci.

COROLLARIO VII.

Tutto quel che fin ora ſi è dimoſtrato, ſuppoſto la cadente perpendicolare, ſi dimoſtrerà nel medeſimo modo ſuppoſtala inclinata.

COROLLARIO VIII.

Adunque ſuppoſte le ſteſſe coſe, e la ſteſſa figura della ſeguente Propoſizione, perchè per la ſtrettezza della ſezione D H l'acqua non può ſcorrere colla primiera velocità, e l'acqua ritenuta ſi livella alla ſuperficie, che ſta ferma A X, l'altezza B D imprimerà la velocità in 2. (ſuppongaſi 2. centro della velocità) minore di quel che foſſe dianzi per la diſceſa A D, e in conſeguenza la velocità 2. fatta dall'altezza 2. 3 non ſarà ritardata dal contatto, e ſoffregamento del fondo da A fino in D. *Fig. 33.*

COROLLARIO IX.

Che ſe l'orizzontale A X pareggerà preciſamente il principio dell'alveo, ſarà l'altezza D H della ſezione quella, che avrebbe l'acqua, ſe non foſſe ritardata la ſua velocità (che è il converſo del quarto Corollario); ma ſe l'orizzontale A X ſia ſotto l'orizzontale per lo principio dell'alveo, ſarà l'altezza dell'acqua maggior di quella, che richiederebbe l'intera velocità; e al contrario, ſe ſarà A X ſopra all'orizzontale per lo principio dell'alveo.

PROPOSIZIONE VII.

Se la velocità dell'acqua corrente per un canale inclinato ſarà ritardata, facendo nella ſezione una data altezza, e per di ſopra ſi chiuda la ſezione, di maniera che l'acqua creſca ad un'altezza fiſſa, le diverſe velocità dell'acqua talmente fra loro ſi proporzioneranno, che converranno in una parabola, il vertice della quale è il punto comune alla

perpendicolare per di sopra prolungata, e alla superficie dell' acqua, e l' asse la medesima perpendicolare prolungata.

Fig. 33. Sia il canale L D, pel quale la velocità dell' acqua corrente ritardata faccia nella sezione D l' altezza D E, e si chiuda la parte superiore di essa, e crescendo l'acqua, sia la sua ferma superficie A X; dico, che pel restante della sezione D H l' acqua scorrerà in maniera, che tutte le velocità convengano nella parabola, che abbia il vertice X, e l' asse D X.

E perchè A X è la superficie dell' acqua, che sta sempre ferma nel medesimo stato, mentre dura l' escita per la sezione D H, e l' entrata per lo canale L A, sarà A D X una conserva colla luce D H, A X, e la superficie dell' acqua, che si mantiene sempre nella medesima altezza, durante l' entrata eguale per L A; ma nelle conserve le velocità sono fra loro in sudduplicata proporzione dell' altezze dell' acqua, che per di sopra preme: adunque la velocità in D alla velocità in H è in sudduplicata proporzione delle linee B D, N H; ma come B D a N H, così D X a X H: adunque la velocità in D alla velocità in H, cioè D Y a H 4. è in sudduplicata proporzione delle linee D X, X H, e conseguentemente converranno nella parabola D X Y, che ha il vertice X, e l' asse D X; e sarà lo spazio parabolico D H 4. Y il complesso delle velocità della perpendicolare D H; e nel medesimo modo si dimostrerà, che tutte le velocità della perpendicolare D H terminano al segamento parabolico Y 4.; il che ec.

Prop. 1. del 2. di questo.

SCOLIO I.

Si è dimostrato la stessa Proposizione per torre il dubbio, che l' acqua, che viene, possa crescere qualche velocità nella sezione D H a causa dell' impeto del cadente L A; il che contuttociò è falso sì per le cose ivi dimostrate, sì come ancora perchè l' impeto del cadente, e la superficie dell' acqua si equilibrano. E questa settima Proposizione si è dimostrata più a questo fine, perchè da essa dipende immediatamente la misura dell' acqua corrente, che ora ricerchiamo, benchè d' altronde si potesse ricavare come Corollario.

Co-

Digitized by Google

COROLLARIO.

Sicchè da questa Proposizione se ne cava la regola universale per misurare tutte l'acque correnti ne' canali, e siano orizzontali, o inclinati, o solitarj, o in qualsivoglia modo uniti, ancora avendo riguardo al ritardamento delle velocità, causato da qualsivoglia impedimento fino alla sezione, purchè le velocità massime, medie, minime ec. di tutte le perpendicolari della sezione, nella quale si dee far la misura, siano eguali; laonde sia:

Regola generale per misurare l'acque di qualsivoglia fiume.

In primo luogo, acciocchè sia la velocità dell'acqua da per tutto simile a se, si scelga quella sezione del fiume, sopra, e sotto alla quale sia l'alveo quanto più può esser diritto; cosa facile a trovarsi ne' fiumi grandi, e non gran cosa difficile a farsi ne' piccoli.

II. Eletto il sito proporzionato del fiume, per isfuggire l'irregolarità, se manca la naturale sezione, si adatti ad esso l'artificiale (ovvero, come è chiamata dal Castelli, il Regolatore) fatta di pietra, o con regoli, che gli servano per lati, come tornerà più facile, la base della quale A B sia esattamente orizzontale, e i lati, o sponde perpendicolari; e in un lato, v. gr. B D, si segni una qualunque misura, che sia in uso, v. gr. Piedi, Braccia ec., e nella parte superiore si adatti la cateratta E G, che talmente si possa lasciare scorrere, che la sua inferior superficie E F sempre resti nel sito orizzontale, e per questa sezione si sforzi a passare tutta l'acqua del fiume. *Fig. 36.*

III. Stando il fiume nel medesimo stato, cioè non s'alzando, nè abbassando la sua superficie, si lasci andare la cateratta sotto la superficie dell'acqua: adunque per la Proposizione seconda, e per le cose quivi notate, si alzerà la superficie dell'acqua fino ad un termine stabile, che sia v. gr. K L.

IV. Si osservi nel lato B D l'altezza B K della superficie dell'acqua sopra il fondo della sezione artificiale B A, la quale per lo più

Ee 2 non

Digitized by Google

non supererà gran fatto la precedente altezza dell' acqua, sì per lo poco declive, che è solito essere negli alvei inclinati ne' fiumi, che spesso fanno l'angolo coll'orizzontale insensibile, siccome pel ritardamento causato da varj impedimenti accidentali, come sono l'inegualità delle ripe, e del fondo, e la scambievole inclinazione delle medesime, e le tortuosità, e le corrosioni, che tolgono la dirittura dell' alveo, la reciproca strettezza, e la larghezza delle sezioni; le quali cose tutte son di grandissimo impedimento all' accelerazione del moto. Ma se le circostanze facessero temere, che l'acqua per la troppa escrescenza superasse le ripe, e gli argini, si dovranno armare, e rialzare secondo il bisogno.

Così fatte, e osservate queste cose, s'intenda la parabola B K H descritta coll' asse B K; e ordinatamente applicate B H, F I, si ritrovi nella perpendicolare B F il centro della velocità per la 5. Prop. del lib. 2; imperocchè facilmente si ritroverà la proporzione F I a B H per la natura della parabola, essendo note per mezzo dell' esperienza K B, K F. Sia dunque M il centro della velocità; tirata M N semiordinata, questa sarà la media velocità della perpendicolare K B.

Se l'alveo sia sensibilmente inclinato, bisognerà ritrovare l'inclinazione, per sapere con quella, pel Corollario 3 della Proposizione 5., l'altezza dell' acqua, che gravita sopra al centro della gravità, la quale ritrovata o per la Proposizione 10. del libro 2., o per mezzo d'una particolar tavola, si ritrovi lo spazio conveniente alla velocità: questo si moltiplichi per la perpendicolare F B, e il prodotto si moltiplichi per la larghezza della sezione A B; il numero, che ne risulta, assegnerà la quantità delle misure cubiche dell' acqua, di quel genere di misura, di che ci saremo serviti in quest' operazioni.

La dimostrazione della verità di questa misura parte dipende dall' antecedente Proposizione, parte dal Corollario della Proposizione 10. del libro 2., essendosi ritrovata la misura di quell' acqua, che esce per la sezione B L turata per di sopra; ma questa è eguale a quella, che per l'avanti esciva per la sezione aperta, per quel che si è dimostrato nella 3. Proposizione di questo: sarà dunque altresì la misura della quantità dell' acqua, che prima passò per la sezione aperta, cioè per qualunque altra sezione del medesimo fiume.

SCO-

SCOLIO II.

Se non fosse bastante una sola cateratta, se ne mette più, perchè torna l'istesso fare una sola misura d'un fiume in una volta, o in più volte accoppiarne più insieme; siccome non importa niente in questo caso, che l'inferiori superficie di tutte le cateratte siano elevate alla medesima linea orizzontale, o a diversa; purchè lo stato dell'acqua sempre sia il medesimo, e si abbia riguardo distinto di tutte le perpendicolari, che hanno lunghezza diversa.

SCOLIO III.

L'inclinazione d'un canale facilmente si ritrova in diverse maniere, ma in particolare colla seguente. Sia una squadra doppia, Fig. 37. composta da' regoli A B D, C B, che stiano tra loro ad angoli retti in B: sia accomodato un altro regolo E B G mobile intorno al vertice dell'angolo retto B, il quale abbia una punta nella parte inferiore B G da poter ficcare nel terreno: l'altra parte B E sia eguale a B C, e si divida l'una, e l'altra in parti simili, e eguali, comunque piace, e si prepari un altro regolo, o attaccato al termine delle divisioni dell'uno, e dell'altro di detti lati, v. gr. nel punto E, ovvero (il che torna meglio) separato, diviso ancor esso in particelle simili a quelle delle divisioni di E B, B C. Si ficchi pertanto nel fondo del fiume, del quale si cerca l'inclinazione, il regolo B G, finchè A B D per lo lungo sia esattamente accomodato al piano del fondo; ma bisogna, che il detto regolo E B G sia perpendicolare all'orizzonte; il che si può riscontrare col pendolo: così fermate le cose, l'altro regolo E C applicato insegnerà quanto sia la base E C del triangolo E B C nelle parti de' lati E B, B C, la quale riconosciuta, sarà noto trigonometricamente l'angolo E B C, che sarà l'inclinazione del canale; perciocchè tirata per B l'orizzontale H I, perchè gli angoli E B I, C B D sono retti, se si toglia il comune C B I, rimarrà l'angolo E B C eguale all'angolo I B D dell'inclinazione del canale.

Digitized by Google

SCOLIO IV.

Nè si debbe opporre a questo modo di misurare l'acque correnti la grande spesa, e le difficoltà nel fabbricare le macchine, che si debbono preparare; poichè si dee rispondere quello, che intorno a ciò ammonisce egregiamente il Padre Castelli, cioè nella misura de' gran fiumi esservi necessario ancora il comando di gran Principi, e per lo più queste idee non si mettere in pratica, se non vi fosse qualche gran necessità, e utilità, che diminuiscono le spese. Inoltre si trovano quasi in tutti i fiumi certe macchine, come sono i derivatori dell'acque, ovvero steccate transversali de' fiumi per derivare l'acqua altrove, dette *Pescaje*, o *Chiuse*, sopra i piani superiori orizzontali delle quali erigendovi perpendicolarmente colonne di legno, vi si possono accomodare le cateratte, quali sono le cateratte versatili fatte per sostenere, ed equilibrare l'acqua de' canali, dette *Sostegni*, o *Escluse*, che sono quasi tutta la macchina, i pilastri, ovvero i ponti de' quali fanno l'effetto medesimo delle sponde d'una sezione artificiale, e si può servirsene con poco negozio. Ho veduto spessissimo ne' fiumi gonfj d'acqua, e ne' quali la capacità degli archi, di cui sono fatti i ponti, non era sufficiente al corso dell'acque, essere alzato dalla parte superiore il livello dell'acqua, finchè acquistata la velocità richiesta, scorresse l'acqua del fiume sotto agli archi de' Ponti: quello, che ancora il Castelli nota essere accaduto nell'inondazione del Tevere l'anno 1598., nella quale, benchè l'acque di quà, e di là superassero le ripe, contuttociò tutte scorsero di sotto a' Ponti Fabrizio, e Cestio; nel qual caso non sarebbe stato impossibile trovare la misura dell'acque del Tevere in tutte le perpendicolari della sezione, servendo in vece delle cateratte la parte superiore del ponte.

Finalmente se nel fiume non vi fosse alcuna di queste macchine, e fosse difficile il fabbricarvene, bisogna ricorrere a' minori influenti, de' quali prese puntualmente le misure, e sommate di poi insieme, costituiscono l'intera misura del maggiore.

SCO-

Digitized by Google

SCOLIO V.

Avendo di ſopra nella regola generale fatta menzione d'una Tavola, per mezzo della quale ſi poſſono avere gli ſpazj, che convengono a qualſivoglia altezza, la dovevamo por quì; ma contuttociò abbiamo ſtimato coſa ben fatta differirla dopo il fine di queſto Trattato, sì per aver tempo di eſtenderla quanto conviene, come ancora per poterla ſtaccare dal Libro, e ſervirſene in qualſivoglia occorrenza.



Digitized by Google

LIBRO V.

Nel quale si considerano varie affezioni de' canali orizzontali perpendicolari, e inclinati solitarj.

PROPOSIZIONE I.

SE per mezzo d'un canale orizzontale l'acqua entri in qualche stagno, la superficie del quale sia permanente, e se n'esca per un altro canale orizzontale d'eguale larghezza, e sia il fondo dell'uno, e l'altro canale nel medesimo piano, sarà ancora la superficie dell'acqua dell'uno, e dell'altro canale, e dello stagno nella medesima orizzontale.

Sia l'influente canale A B, e lo stagno B D C, e 'l canale, pel quale se n'esce l'acqua, C O; e siano A B, C O nel medesimo piano, e sia l'altezza dell'acqua del canale influente B F, e per F si tiri la linea E F G H, e da C si eriga la perpendicolare C G, che sia l'altezza dell'acqua in C: dico, che l'orizzontale E H sarà comune. *Fig. 38.*

E perchè F G superficie dell'acqua nello stagno è fissa, tanta sarà l'acqua, che vi entra, quanta sarà quella, che esce; laonde supponendosi eguale la larghezza dell'uno, e dell'altro canale in C, B, sarà il complesso delle velocità della perpendicolare G C eguale al complesso delle velocità della perpendicolare F B. Sia dunque, se è possibile, l'altezza G C minore di F B, sarà dunque minore la velocità del punto C, che del punto B: sia C I la velocità del punto C, minore di B K velocità del punto B, e si descrivano le uguali parabole F B K, G C I, che saranno i complessi delle velocità delle perpendicolari F B, G C; e perchè C I è minore di B K, si faccia B L eguale a C I, e eretta la perpendicolare M L, che segherà la parabola in M, si tiri per M la semiordinata M N, che sarà eguale a C I, e F N sarà eguale a G C, e in conseguenza la parabola G C I si adatterà per l'appunto alla parabola F N M; ma F N M è minore di F B K; adun-

Prop. 3. lib. 4 di questo.

Coroll. 4. Prop. 2. di questo.

dunque anco G C I sarà minore di F B K; e sono, come si è dimostrato, F B K, G C I i complessi delle velocità delle perpendicolari F B, G C: adunque il complesso delle velocità della perpendicolare F B sarà maggiore del complesso delle velocità della perpendicolare G C; ma è ancora eguale, come si è dimostrato; il che è impossibile: non sarà dunque F B maggiore di G C. Similmente si dimostrerà non poter essere nè anco minore: saranno dunque eguali le F B, G C. E nella medesima maniera si dimostrerà E A essere eguale ad H O, e ancora alle predette F B, C G. Laonde E F G H sarà la medesima orizzontale; il che ec.

COROLLARIO I.

Da questo si ricava, che la superficie de' canali orizzontali è piana, ed equidistante al fondo del canale, quando in tutte le sezioni v'è la medesima larghezza.

COROLLARIO II.

E benchè le sezioni siano ineguali, lo stesso contuttociò sarà vero, se la larghezza dell'ultima sezione sarà o la più piccola dell'altre, o eguale alla più piccola; imperocchè all'altezza di essa si livellano tutte l'altre; ma in questo caso le larghezze dell'altre sezioni non son vive, perchè rimane stagnante l'acqua nelle parti laterali, o gira, formando vortici.

SCOLIO.

Per la qual cosa, che le superficie, ne' fiumi ancora orizzontali, siano più basse vicino allo sbocco, che lontano da esso, n'è causa l'essere nel primo caso maggior la larghezza delle sezioni, che nel secondo, la quale a poco a poco cresce, quanto più l'acqua s'accosta allo sbocco; e questo accade naturalmente, perciocchè l'acqua vicino allo sbocco, conservata la medesima velocità, dovrebbe cadere perpendicolarmente, o poco meno; e così dal troppo impeto è necessitata a corrodere le ripe, e conseguentemente vengono a ridursi le sezioni proporzionate; tal che per quanto è possibile la superficie dell'acqua sia una sola. Ma di ciò diremo un'altra volta.

COROLLARIO III.

Parimente si verificherà la Proposizione, se il canale influente è inclinato; imperocchè in quel caso F G, G H saranno nella medesima orizzontale, essendo che l'acqua nella conserva, o stagno si disporrà ad una tale altezza, quale richiederà la quantità dell' acqua influente, e la larghezza dell' emissario, o della prima sezione, la quale dipoi si continuerà, come è dimostrato.

COROLLARIO IV.

Adunque sarà lo stesso o essendovi qualsivoglia canale influente, o non ve ne essendo alcuno, se l'acqua sormonti dal fondo d'un ricettacolo B D C; il che suole per lo più ne' laghi accadere

PROPOSIZIONE II.

Data l'altezza, che ha l'acqua in una conserva v. gr., o in uno stagno ec. sopra il fondo della prima sezione, ritrovare l'altezza, che ha la medesima acqua nella perpendicolare della prima sezione.

Questa Proposizione suppone l'acqua stagnante, o almeno livellata in qualche conserva, peschiera, lago, palude, ec., e suppone essere fatto nella conserva un emissario, che faccia il medesimo effetto d'una sezione artificiale, alla quale sia applicato un canale inclinato, del quale parlammo nella Supposizione del Libro II.

Sia dunque A B l'altezza, che ha la superficie L S livellata della Fig. 39. conserva sopra al fondo della prima sezione B: bisogna ritrovare l'altezza, che farà l'acqua nella perpendicolare della prima sezione B D.

Si prolunghi L S, B D finchè concorrano nel punto C, e col centro B, e con l'intervallo B A si descriva l'arco A D, che seghi B C in D; e intorno a C B descritta la semiparabola B C E, si piglino fra B C, D C le due medie proporzionali F, G, e si faccia come B C ad F, così B E, velocità massima della sezione B, a B H, e per H si tiri H N parallela a B C, che seghi la linea parabolica in N, perchè B H necessariamente è minore di B E, essendo B C maggiore di D C; e per N si tiri la N M parallela a B E, che seghi B C in M: dico, che B M sarà l'altezza ricercata.

Perchè

Digitized by Google

Perchè il punto B della sezione B M ha la velocità conveniente alla scesa S B, ovvero alla pressione, che sia eguale a B A, e ancora avrebbe la medesima il punto B, se O B prolungata v. gr. in P facesse da B fino in P un canale orizzontale, sarà la velocità nel punto B nell'uno, e nell'altro caso la medesima. Laonde presa B E come comune velocità, con l'asse B D si descriva la parabola B D E, che seghi B C E in E: perchè dunque B D è eguale a B A, e B E è la velocità del punto B, sarà la parabola B D E il complesso delle velocità della perpendicolare B A. Ma perchè B C a C D è in tripla proporzione di B C ad F, e come B C ad F, così B E a B H, o ad M N, sarà B C a D C in tripla proporzione di B E ad M N. Nella medesima triplicata proporzione di B E a M N è la parabola C B E alla parabola C M N: dunque come B C a D C, così la parabola C B E alla parabola C M N; e dividendo, come lo spazio B M N E alla parabola C M N, così B D a D C; ma come B D a D C, così la parabola B D E allo spazio C D E: dunque come lo spazio B M N E alla parabola C M N, così la parabola B D E allo spazio C D E; e convertendo, come la parabola C M N allo spazio B M N E, così lo spazio C D E alla parabola D B E; e componendo, come la parabola C M N insieme collo spazio B M N E, cioè tutta la parabola C B E allo spazio B M N E, così lo spazio C D E insieme colla parabola D B E, cioè tutta la parabola C B E alla parabola D B E; e in conseguenza sarà lo spazio parabolico B M N E, ovvero il complesso delle velocità dell'altezza B M eguale alla parabola B D E, complesso delle velocità della perpendicolare D B, o B A; ma il complesso delle velocità della perpendicolare D B è dell'acqua, che esce dalla conserva per il canale orizzontale, pel quale tanta n'esce, quanta ve n'entra: adunque tanta n'esce per B M, quanta n'entra, mantenendosi la medesima orizzontale L S, e così sarà B M l'altezza ricercata.

Prop. 7. 11. di questo.

Gregor. de S Vinc. Prop. 141. de parab.

Il med. nell'istesso lu. 10 Propos. 140.

SCOLIO I.

Si suppone, che nella conserva la superficie dell'acqua sempre stia ferma, e che sia continuata l'entrata, di maniera che l'acqua, che esce pel canale orizzontale, faccia l'altezza B A, e la larghezza del ca-

nale orizzontale sia la medesima, che quella dell' inclinato. Del manente se l'acqua della conserva fosse stagnante, e di nuovo non vi se ne somministrasse, in sul principio del flusso si farebbe l'altezza B M; ma di poi a poco a poco diminuirebbe, secondo che s'abbassasse l'orizzontale L A, e questo seguirebbe in qualsivoglia larghezza dell' emissario; imperocchè se la sua larghezza fosse maggiore della larghezza del canale influente, o effluente, primieramente manderebbe fuora più acqua di quella, che ve n' entra, e sarebbe la medesima altezza B M; ma non si manterrebbe la superficie sempre la medesima, e tanto discenderebbe, che diminuito l'esito dell' acqua pel canale S B H, finalmente l'entrata, e l'uscita si agguaglierebbero, e di nuovo l'altezza B M risponderebbe colla medesima proporzione all' altezza B A.

COROLLARIO I.

Dunque se B A si supponga raggio, sarà B C secante dell' angolo dell'inclinazione, la quale, se si caverà dalle Tavole Trigonometriche, e fra la secante, e l'eccesso di essa sopra il raggio si trovino le due medie proporzionali, sarà la proporzione della secante alla prima media la proporzione delle velocità B E, M N, massima, e minima della prima sezione. Imperocchè supposto che B E sia eguale a B C, sarà M N la seconda proporzionale: la qual proporzione della massima velocità alla minima nella prima sezione, sarà suttriplicata di quella, che ha la secante dell'angolo dell'inclinazione alla differenza tra essa, e il raggio.

COROLLARIO II.

E perchè la proporzione di B C, o di B E a C M è doppia di B E ad M N, e parimente la proporzione di B C, o di B E a G è per la costruzione duplicata di quella, che ha B E ad M N, sarà come B E a G, così B E a C M: sarà dunque C M eguale alla seconda media proporzionale G, laonde se da tutta la secante B C si tragga C M, la rimanente B M sarà l'altezza ricercata nelle parti del raggio B D.

A p-

APPENDICE GEOMETRICA.

Dal Corollario precedente si fa chiaro, che nelle parabole terminate equicruri, cioè in quelle, che hanno i diametri eguali alle massime semiordinate, se si tiri qualsivoglia altra semiordinata, saranno la massima semiordinata, la seconda semiordinata, e la saetta della seconda semiordinata, cioè la parte del diametro intercetta fra la seconda semiordinata, e 'l vertice della parabola, in continua proporzione. Come se sia nella parabola A G H qualsivoglia diametro G B, e la semiordinata A B eguale al diametro B G, e da qualsivoglia punto E si tiri E F semiordinata, saranno le A B, E F, F G in continua proporzione, essendo la proporzione di G B, o B A a G F duplicata di quella, che ha B A ad E F. Fig. 4

COROLLARIO III.

Sicchè la proporzione, che ha l'altezza dell'acqua nella conserva, sopra il fondo della prima sezione, all'altezza, che ha nella prima sezione, è quella, che ha il raggio alla differenza fra la secante dell'angolo d'inclinazione, e la seconda delle due medie proporzionali fra essa, e l'eccesso di essa sopra il raggio.

COROLLARIO IV.

Da quel che si è detto è chiaro, come dalla data proporzione fra la velocità del fondo, e la velocità della superficie nella prima sezione, si possa riconoscere l'angolo dell'inclinazione del canale, del quale è la prima sezione; e se data sia l'altezza della prima sezione, come si possa ritrovare l'altezza dell'acqua nella conserva. Conciossiachè se sia data la proporzione di B E velocità massima ad M N velocità minima, sarà questa proporzione triplicata la medesima, che della secante dell'angolo dell'inclinazione alla differenza fra essa, e 'l raggio; v. gr. se a B E, M N si aggiunga la terza proporzionale, questa sarà M C, alle quali se si aggiunga la quarta, questa sarà D C, la quale detratta da B E, supposta eguale a B C, lascerà B D, a cui è eguale il raggio B A, pel converso dell'Appendice Geometrica proposta; laonde

de se si faccia come A B a B C, così 100000. ad un'altra, questa sarà la secante, che ritrovata nelle tavole, dimostrerà l'angolo A B C del inclinazione; e se sia data M B, sarà ancora data B A, essendo la proporzione di B M a B A quella, pel Corollario antecedente, che ha la differenza fra la secante, e la seconda delle due medie predette al raggio. Ancora altrimenti si potrebbe ritrovare l'altezza B A per la *6.* Proposizione del libro 2., e pel suo Corollario terzo; ma ivi si suppone noto l'angolo dell' inclinazione, ma non già in questo Corollario.

COROLLARIO V.

Colla medesima dimostrazione resta provata questa Proposizione: cioè, data l'altezza, che ha l'acqua in un canale orizzontale, ritrovare l'altezza, che avrebbe in un canale in qualsivoglia modo inclinato. Conciossiachè nel canale orizzontale le velocità terminano alla linea parabolica, che ha per asse l'altezza della sezione, ovvero l'altezza dell' acqua sopra il fondo della prima sezione del canale inclinato; e però quel che si è detto, e si dirà intorno alle conserve, lo stesso appunto si adatta al canale orizzontale.

PROPOSIZIONE III.

Cresciuta l'altezza dell'acqua nella conserva, si cresce ancora proporzionalmente l'altezza dell'acqua nella prima sezione.

Fig. 41. Sia la prima sezione B, sopra il fondo della quale l'altezza dell'acqua della conserva sia B O, che faccia nella sezione B l'altezza B I, e si accresca nella conserva l'altezza dell'acqua fino ad F, e corrisponda ad essa nella sezione B l'altezza B E: dico, come B E a B F, così essere B I a B E.

Conciossiachè B O a B I sta come il raggio alla differenza fra la secante dell'angolo del l'inclinazione, e la seconda delle due medie proporzionali fra essa, e la differenza di esso raggio; ma la medesima proporzione ha B F a B E: sarà dunque come B F a B E, così B O a B I, e permutando, come B F a B O, così B E a B I, o come B O a B F, così B I a B E; il che ec.

SCO-

SCOLIO.

E' da avvertire, che il punto F non è nella superficie dell' acqua corrente; imperocchè questa da A a B è sempre sotto A C, la quale si piglia, sì in questa, come nella passata Proposizione, per orizzontale per lo principio dell' alveo, ovvero per superficie livellata della conserva, e continuata fino in C; laonde quando si dice F B essere l' altezza dell' acqua nella conserva sopra alla sezione B, intendiamo essere questa la distanza dell' orizzontale della sezione B dall' orizzontale per lo principio dell' alveo A, ovvero la perpendicolare A R.

COROLLARIO I.

Da questo si raccoglie, che se colla linea O I si congiungono le prime altezze, e ad esse per F si tiri F E parallela, che seghi B C in E, sarà B E la seconda altezza nella sezione B.

COROLLARIO II.

E perchè dividendo, come F O a B O, così I E a I B, e permutando, come F O ad I E, così B O ad I B, saranno ancora gli augumenti, e le prime altezze, o ancora le seconde fra loro proporzionali, e di più la prima altezza nella conserva al suo augumento avrà la medesima proporzione, che la seconda altezza al suo augumento ec.

COROLLARIO III.

E perchè le quantità dell' acqua nelle perpendicolari B F, B O sono in triplicata proporzione di quella, che è sudduplicata fra le medesime perpendicolari, ed è come B F a B O, così B E a B I, ne segue, che le quantità dell' acqua per B F, B O, ovvero le quantità per B E, B I, eguali alle medesime, sono fra loro in triplicata proporzione di quella, che è sudduplicata fra B E, B I; laonde se E H si ponga perpendicolare a B E, e ad essa eguale; e col vertice B, e coll' asse B E si descriva la semiparabola equicrure B H E, e per I si tiri la semiordinata I G, sarà la proporzione dell' acqua per B E all' acqua per B I triplicata di quella di B E ad I G; imperocchè G I è media proporzionale fra H E,

Coroll. 2. pr. p. 5. lib. 3. di questo.

Digitized by Google

H E, o B E, e B I per l'Appendice Geometrica della precedente Proposizione, e se si ponga quarta B X, sarà la proporzione dell'acqua per B E all'acqua per B I quella, che ha E H, o B E a B X.

COROLLARIO IV.

Di qui si potrà ancora ricavare la misura proporzionale dell'acqua cresciuta, e non cresciuta, se sarà nota la proporzione fra B E, e B I, o fra B F, e B O; vedi il Corollario 3. Prop. 5. del Lib. 3.

COROLLARIO V.

Prop. 12. lib. 1. di questo. Ma perchè le somme delle velocità di diverse perpendicolari, ovvero le quantità dell'acqua per esse hanno ragion composta delle proporzioni dell'altezza prima alla seconda, e della velocità media della prima alla velocità media della seconda perpendicolare, si potrà dalla data proporzione, che hanno fra loro l'acque, e l'altezze, ritrovare ancora la proporzione delle velocità medie; conciossiachè se fra B E, B I si trovi la media proporzionale I G, e si aggiunga la quarta B X, sarà la proporzione E B a B X la medesima, che dell'acqua cresciuta, e non cresciuta; ma la proporzione di E B a B I è la proporzione dell'altezze; adunque la proporzione B I a B X sarà quella delle medie velocità, essendo la proporzione E B a B X composta della proporzione di E B a B I, e di B I a B X, la prima dell'altezze, la seconda delle velocità.

COROLLARIO VI.

Essendo dunque B I a B X come B E ad I G, ne segue, essere la proporzione delle velocità suttriplicata di quella dell'acque, e similmente sudduplicata dell'altezze, e convertendo, che la proporzione dell'acque è suttriplicata delle medie velocità, e la proporzione dell'altezze è duplicata delle medie velocità.

COROLLARIO VII.

Similmente essendo la velocità massima della perpendicolare B E alla velocità massima della perpendicolare B I in ragione sudduplicata di

di B F a B O, o di B E a B I, ed essendo nella medesima sudduplicata le velocità medie, ne segue, che le velocità massime delle due perpendicolari della prima sezione siano proporzionali alle velocità medie delle medesime perpendicolari.

COROLLARIO VIII.

Sarà dunque come le velocità massima B K dell'altezza B E alla velocità massima B L dell'altezza B I, così la velocità media v. gr. M N dell'altezza B E a P Q velocità media dell'altezza B I; e permutando, come B K ad M N, così B L a P Q; ma B K ad M N è in proporzione sudduplicata di T B a T M: adunque ancora la proporzione di B L a P Q sarà sudduplicata di T B a T M; ma la proporzione di B L a P Q è sudduplicata di quella, che ha V B ad V P: adunque come T B a T M, così V B ad V P, e come T M ad M B, così V P a P B: adunque i punti M, P, che si suppongono centri di velocità, similmente segheranno T B, V B, e conseguentemente i centri delle velocità delle due perpendicolari nella prima sezione similmente segano gli assi delle parabole, che sono le misure della velocità di esse. Fig. 42.

COROLLARIO IX.

Quel che si è dimostrato intorno all'augumento dell'acqua, serve ancora proporzionalmente pel decrescimento.

SCOLIO II.

Da questa cosa apparisce una certa corrispondenza fra le sezioni de' canali orizzontali, e la prima sezione de' canali inclinati; poichè sì in quelle, come in questa primieramente gli augumenti, e gli scemamenti si fanno proporzionalmente; in secondo luogo le quantità dell' acque sono fra loro in sesquialtera proporzione dell'altezze; ed in terzo luogo le velocità medie hanno fra loro proporzione sudduplicata dell' altezze; e in questo le velocità medie sono proporzionali alle massime ec. Contuttociò in molte cose diversificano; imperocchè nella prima sezione il centro della velocità non è demerso a $\frac{4}{9}$ dell'altezza; e parimente in secondo luogo l'altezze dell'acque non sono similmente Fig. 43.

segate dal centro; ed in terzo luogo le velocità non terminano all'intera parabola, ma al segmento della parabola, ed il complesso è uno spazio parabolico, e non parabola ec. come nelle sezioni de' canali orizzontali. Il che in vero è proprio di questa convenienza naturale di cose; imperocchè essendo la prima sezione del canale inclinato il mezzo, col quale si connette il canale orizzontale coll'inclinato, è cosa convenevole, che le proprietà dell'una, e dell'altra si uniscano.

PROPOSIZIONE IV.

Se l'acqua escendo da una conserva, entri in un canale inclinato, facendo nella prima sezione di esso un'altezza determinata, la superficie dell'acqua si disporrà in un piano tirato per lo principio del canale, e per l'altezza della prima sezione.

Fig. 43. Dalla conserva A E C scorra l'acqua per la prima sezione C coll'altezza C D; e sia applicato il canale inclinato C N, il quale si intenda prolungato sopra fino ad A superficie dell'acqua: dico, che l'acqua della conserva talmente scorrerà pel canale A C, che la sua superficie sia nella medesima retta A D.

Presi qualsivogliano punti fra A, e C, v. gr. K, G, si erigano ad A B orizzontale per lo principio dell'alveo le perpendicolari K I, G F, C O, e K M, G M perpendicolari ad A C.

Coroll. 3. della Prop. 2. di questo. E perchè C è prima sezione, ed è la sua altezza C D, sarà C D a C O come la differenza fra la secante, e la seconda delle due medie proporzionali ritrovate fra la secante del angolo O C D, e il raggio ad esso raggio; ma la medesima proporzione ha G H a G F, essendo gli angoli O C D, F G H eguali, e G è prima sezione in riguardo all'acqua superiore G A: adunque come C D a C O, così G H altezza dell'acqua in G a G F altezza dell'acqua nella conserva sopra il fondo della prima sezione G; similmente come C D a C O, così si dimostrerà K M a K I; e permutando, come C D, G H, K M fra loro, così A C, A G, A K; C O, G F, K I; ma come C O, G F, K I: così adunque come A C, A G, A K, così C D, G H, K M; e permutando, come A C a C D, così A G, G H, ed A K a K M; e però saranno i punti A, M, H, D in una linea retta; il che ec.

COROL-

COROLLARIO.

Di quì è chiaro, che se si cresce l'acqua nella conserva v. gr fino a T V, di maniera che il principio del canale sia S, la superficie dell'acqua si disporrà per la retta S R parallela ad A D; perchè essendo come C A ad A S, ovvero C O ad O V, così C D a D R, sarà, pel Corollario 2. della Proposizione antecedente, C R altezza della prima sezione dopo l'accrescimento; e disponendosi l'acqua colla superficie S R, sarà la superficie dell'acqua S R parallela ad A D, perchè sono segati proporzionalmente i lati del triangolo S C R.

PROPOSIZIONE V.

Data l'altezza, sotto la quale l'acqua scorre per un canale orizzontale, ritrovare l'altezza della prima sezione in un canale perpendicolare, sotto la quale possa scorrere la medesima acqua.

Sia il canale orizzontale A B, e la sua altezza B D, e ad esso sia applicato il canale perpendicolare B C della medesima larghezza: bisogna ritrovare l'altezza, sotto la quale l'acqua del canale orizzontale A B possa scorrere per la perpendicolare B C nella prima sezione di essa. Fig. 44.

Coll'asse B D si descriva la parabola equicrure B D E, che sarà il complesso delle velocità della perpendicolare D B, e ritrovata la media velocità F G, si faccia come B E ad F G, così B D a B H: dico B H essere la ricercata altezza.

Imperocchè la velocità media, colla quale scorre l'acqua pel canale orizzontale, è F G, e la velocità, colla quale dee scorrere per lo perpendicolare nella prima sezione B H, è B E, cioè quale si conviene all'altezza B D; e le sezioni B D, B H, per essere di eguale larghezza, sono fra loro come l'altezze; sarà la proporzione delle velocità B E, F G reciproca delle sezioni B H, B D. Adunque eguale quantità d'acqua passerà per l'una, e l'altra sezione B D, B H; laonde B H sarà l'altezza ricercata; il che ec.

Digitized by Google

COROLLARIO I.

E perchè B E è sesquialtera di F G, ancora B D sarà sesquialtera di B H; e però due terze parti dell' altezza B D saranno l' altezza B H.

COROLLARIO II.

Tirata adunque la D H, perchè F I è parallela a B H, e B D è sesquialtera di B H, sarà ancora D F sesquialtera di F I, e conseguentemente passata l' acqua dalla direzione orizzontale alla perpendicolare, nel mezzo al passaggio si disporrà colla superficie nella linea retta, che connette l' una, e l' altra altezza, come si è dimostrato ne' canali inclinati nella Proposizione superiore.

COROLLARIO III.

Adunque nell' accrescere dell' acqua in un canale orizzontale l' una, e l' altra altezza B D, B H crescerà proporzionalmente ec. Vedi il Corollario dell' antecedente Proposizione, e quel che si è notato ne' Corollarj della terza Proposizione; conciossiachè l' una, e l' altra specie di questi canali ha tra se corrispondenza.

COROLLARIO IV.

E' ancora manifesto, la proporzione della perpendicolare nella conserva, ovvero nel canale orizzontale, all' altezza nella prima sezione di qualunque canale applicato, non poter esser maggiore d' una sesquialtera.

COROLLARIO V.

Tutto questo si verifica, se nel fondo d' un canale orizzontale si faccia un foro, o una sezione, che abbia la larghezza comune col canale, ma l' altezza due terzi dell' altezza dell' acqua, che scorre pel canale orizzontale; e lo stesso vale ancora d' una conserva, a cui sia applicato un canale orizzontale, se però il fondo di essa è nella medesima orizzontale col fondo del canale; conciossiachè in questo se si aprirà

Digitized by Google

prirà un foro nel fondo, tant'acqua manderà fuori, quanta prima ne ſcorreva pel canale orizzontale, ſe però s'impediſca per queſto il fluſſo.

COROLLARIO VI.

Che ſe la ſezione B H non foſſe della medeſima larghezza, che B D, ſi faccia come la larghezza della ſezione B H alla larghezza della ſezione B D, così l'altezza B H ritrovata ad un'altra, che ſarà l'altezza d'una ſezione di diverſa larghezza; poichè ſi ſaranno in queſto modo due ſezioni eguali, e ſono ancora egualmente veloci; perciocchè l'una, e l'altra ha la medeſima velocità B E: adunque per eſſe ſcorrerà eguale quantità d'acqua, cioè tutta quella, che pel canale orizzontale ſcorre ſotto l'altezza E D, come ſi è dimoſtrato.

COROLLARIO VII.

Ma perchè le ſezioni egualmente larghe ſono fra loro come l'altezze, e le altezze delle ſezioni d'un canale orizzontale, e della prima d'un canale perpendicolare, che hanno la medeſima larghezza, ſono fra loro in ſeſquialtera proporzione, ne ſegue, tutte le ſezioni d'un canale orizzontale alla prima d'un canale perpendicolare eſſere in ſeſquialtera proporzione, o abbiano, o no la medeſima altezza, ancorchè le prime ſiano rettangole, e le altre circolari, o ellittiche ec.

COROLLARIO VIII.

Finalmente ſe la ſezione prima d'un canale perpendicolare ſia minore della narrata, non potrà per eſſa eſcire tutta l'acqua; ma ſe ſarà impedito l'ulteriore corſo pel canale orizzontale, creſcerà nel canale orizzontale l'altezza dell'acqua, finchè ſia tanta, che tutta l'acqua poſſa ſcorrere per la minor ſezione; nel qual caſo l'acqua del canale orizzontale diventa come l'acqua di qualche conſerva, alla quale tant'acqua le venga ſomminiſtrato, quanta n'eſce. Ma ſe la ſezione ſarà maggiore della narrata, l'acqua non empierà tutta la ſezione, ma laſcierà vuota la parte ſuperflua.

SCO-

Digitized by Google

SCOLIO.

Quì mi pare bene ricercare che altezza acquisterà l'acqua in un canale orizzontale, se la prima sezione d'un canale perpendicolare sia minore di quello, che si richiederebbe. Si faccia, come la data sezione minore a quella, che sarebbe necessaria, così la velocità competente all' altezza della sezione nel canale orizzontale ad un'altra, la quale ordinatamente applicata alla parabola D G E prolungata, darà la necessaria altezza, che l'acqua possa scorrere per la minor sezione; ma a volere, che per diverse sezioni scorra la stessa acqua, bisogna, che le sezioni, e le velocità si rispondano reciprocamente: adunque ritrovata la velocità conveniente alla minor sezione, questa darà l'altezza, dalla quale dipende; e questa pure si dee ritrovare nella parabola. Per la medesima ragione, data l'altezza, alla quale pervenne l'acqua, per potere scorrere per la sezione del canale perpendicolare, prima minore della necessaria, insieme colla precedente altezza del canale orizzontale, facilmente si trova la proporzione della minor sezione alla necessaria. Imperocchè assegnandosi l'una, e l'altra altezza dell'acqua, si darà ancora la proporzione delle velocità, la quale presa reciprocamente, dimostrerà la proporzione della minor sezione alla necessaria; ed inoltre perchè data la sezione del canale orizzontale, si dà la prima sezione del canale perpendicolare, e si dà la proporzione di questa alla minore, si darà ancora l'area della minor sezione.

PROPOSIZIONE VI.

Data un'apertura rettangola nel fondo del vaso, o d'una conserva, e l'altezza dell'acqua sopra di esso, ritrovare l'altezza della sezione del canale orizzontale, che abbia per larghezza un lato dell'apertura, per la quale tutta l'acqua scappando fuori, possa escire dall' apertura.

Fig. 46. Sia nel vaso A C O D l'apertura, e il rettangolo contenuto da' lati F G, F E, e la superficie dell'acqua nel vaso sia H I, o F L: bisogna trovare l'altezza della sezione nel canale orizzontale, la larghezza del quale sia v. gr. F G, per la quale tutta l'acqua possa scappar fuori dell'apertura E G.

Presa

Digitized by Google

Presa l'altezza dell'acqua F L come asse, col vertice L si descriva la semiparabola, e sia F P la sua massima semiordinata, dalla quale, e da F E si faccia il rettangolo E P, e si divida la parabola F L P in maniera, che essa al rettangolo E P abbia la medesima proporzione, che ella ha alla parte della parabola Q M K tagliata alla cima: dico M L essere l'altezza, sotto la quale scorrerà l'acqua, che esce fuori dell'apertura E G nel canale orizzontale, che sia largo quanto l'apertura E G.

Perchè il canale, pel quale dee scorrere l'acqua, si suppone orizzontale, sarà il complesso delle velocità in ciascuna perpendicolare una parabola, l'altezza della quale sarà quella dell'acqua; laonde il complesso delle velocità dell'altezza L M nel canale orizzontale è la parabola L M K, e la M K massima velocità, competente all'altezza L M. Similmente perchè E P è semiordinata nella stessa parabola, sarà F P la velocità pel punto F, cioè dell'apertura E G: presa dunque F G larghezza, ed F E altezza, sarà il rettangolo E P il complesso delle velocità della perpendicolare E F, ed E P velocità media di essa, essendochè tutti i punti nella apertura orizzontale hanno la medesima velocità. Ma il complesso F P è eguale al complesso M L K, perchè la parabola E L P ha la medesima proporzione all'uno, e l'altro: adunque i complessi delle velocità tanto della perpendicolare L M, quanto d'F E saranno eguali, e conseguentemente eguale quantità d'acqua passerà per la linea E P, e per la perpendicolare L M; ed essendo eguali le larghezze, cioè la medesima F G, passerà ancora per l'apertura E G, e per la sezione del canale orizzontale, che abbia l'altezza L M, e la larghezza F G, la stessa, o eguale quantità d'acqua; il che ec.

COROLLARIO I.

Lo stesso è, se E F si supponga larghezza comune all'apertura, e alla sezione, ed F G altezza dell'apertura; nel qual caso il complesso delle velocità sarebbe contenuto sotto F P, F G.

COROLLARIO II.

Se si vorrà determinare la larghezza della sezione d'un canale orizzonta-

zontale, il quale sia eguale all'uno, e l'altro de' lati dell'apertura F G, F E, facilmente si trasmuterà l'altezza L M in un'altra competente alla data larghezza per la Proposizione VII. Libro III.

COROLLARIO III.

Se sarà data l'altezza, che vogliamo, che abbia l'acqua in un canale orizzontale, facilmente si troverà la larghezza della sezione; poichè se si ritroverà della data altezza L M la media velocità M N, e qual proporzione ha il rettangolo L N al rettangolo E G, la stessa abbia reciprocamente la larghezza dell'apertura ad un'altra, questa sarà la larghezza ricercata per la Proposizione XV. Libro I.

COROLLARIO IV.

Se dunque in luogo d'una conserva si intenderà un canale orizzontale, l'altezza del quale fosse arrivata alla superficie permanente, per causa d'esser minore del bisogno la prima sezione nel canale perpendicolare, si potrà ritrovare l'altezza prima del canale avanti il gonfiamento, essendochè questa è quella, sotto la quale scorreva la stessa acqua nel canale orizzontale, che ora scorre per la prima sezione del canale perpendicolare.

COROLLARIO V.

Se in vece dell'apertura nel fondo della conserva, che è quel che si suppose nella Proposizione, ne sostituiremo un'altra fatta nel lato perpendicolare della conserva, lo stesso appunto si dimostrerà, se si troverà il centro della velocità della data apertura insieme colla sua media velocità, dalla quale, e da un lato dell'apertura si faccia un rettangolo analogo al rettangolo E P.

PROPOSIZIONE VII.

Data l'altezza dell'acqua nella prima sezione di qualche canale inclinato permanente in un medesimo stato, ritrovare l'altezza nelle rimanenti sezioni inferiori.

Fig. 45. Sia il canale inclinato A K, la prima sezione del quale sia B, e la sua

Digitized by Google

la sua altezza B D: bisogna ritrovare l'altezza in un'altra sezione inferiore C.

Prolungate B E, C I, perpendicolari delle sezioni, fino all'orizzontale per lo principio dell'alveo A I, si descrivano intorno ad esse, come assi, le parabole eguali B E G, C I K, e per D si tiri D F semiordinata.

E perchè D F è parallela a B G, sarà la parabola E B G alla parabola E D F in proporzione triplicata di B G a D F: si faccia dunque come B G a D F, così M N ad N O, e ad esse si pongano in continua proporzione O P, P Q, e sia N R eguale a P Q: adunque sarà come M N a P Q, o R N, così la parabola E B G alla parabola E D F, e per la conversion della proporzione, come M N ad M R, così la parabola E B G allo spazio B D F G. Di nuovo perchè le parabole E B G, I C K sono eguali, saranno in triplicata proporzione di B G a C K. Si faccia dunque come B G a C K, così M N ad M S, e si pongano nella stessa continua proporzione di esse le S T, T V. Adunque come V T ad M N, così la parabola C I K alla parabola B E G; ma come la parabola B E G allo spazio B D F G, così M N ad M R: adunque per l'egualità come V T ad M R, così la parabola C I K allo spazio B D F G. Si divida adunque la parabola C I K di maniera, che V T ad M R stia come tutta la parabola C I K allo spazio C H L K: sarà dunque lo spazio C H L K eguale allo spazio B D F G, essendo la parabola C I K nella medesima proporzione all'uno, e l'altro, cioè di V T ad M R; e sono i predetti spazj i complessi delle velocità delle perpendicolari B D, C H: adunque i complessi delle velocità, e conseguentemente l'acque, che scorrono con esse, saranno eguali; e però sarà l'altezza C H quella, sotto la quale la medesima, o eguale quantità d'acqua passerà nella sezione inferiore C di quella, che passò per la prima sezione B sotto l'altezza B D; il che ec. *Scol. Prop 6. lib. 3. di questo,*

COROLLARIO I.

E perchè, per la II. Proposizione, data l'altezza dell'acqua sopra il fondo della prima sezione in una conserva, si dà l'altezza della prima

fezione, e da quefta fi dà ancora l'altezza nell'altre, è chiaro, che data l'altezza dell'acqua fopra il fondo della prima fezione ec., viene ancora data l'altezza di qualfivoglia fezione.

COROLLARIO II.

Dal progreffo della dimoftrazione è chiaro, che data l'altezza, che ha l'acqua nella prima fezione, fi dà ancora la proporzione, che ha la parabola C I K al compleffo delle velocità C H L K.

SCOLIO I.

Adunque la proporzione della parabola E B G allo fpazio D B F G fi fa manifefta dalla proporzione, che ha B G a D F, la quale è nota pel Corollario I. della Propofizione II. Ma fe non foffe nota a caufa della mancanza de' dati della Propofizione II., fi potrà ritrovare l'altezza dell'affe B E per via di efperienza, la quale ritrovata, infieme coll'altezza B D, farà manifefta la proporzione delle velocità B G, F D, e di più ancora col pendolo, del quale fi è trattato nel II. Libro; anzi dal folo angolo noto dell'inclinazione fi manifefta; effendo che la parabola E B G allo fpazio D B G F fta come la fecante dell'angolo dell'inclinazione al raggio, come può apparire dal feguente Scolio.

SCOLIO II.

Con maggior brevità fi fciorrà il problema di quefta Propofizione, fe fi troverà la fecante del dato angolo dell'inclinazione, e ftia B G a C K come la fecante ad un altro termine, a cui s'aggiungano due altri termini in continua proporzione: farà la proporzione del quarto termine al raggio quella, che dee avere la parabola I C K allo fpazio C H L K. Imperocchè fe fi ponga B G eguale a B E, farà B G fecante, D F fecondo proporzionale, D E terzo, e il quarto X E differenza fra il fecondo, e il raggio, e confeguentemente X B farà il raggio; ma è la proporzione di B E a B X quella, che ha la parabola B E G alla parabola B X G, ovvero allo fpazio B D F G eguale ad effa; laonde effendo la parabola B E G allo fpazio B D F G, per le cofe dimoftrate, come M N ad M R, fe fi fupporrà M N fecante, farà M R raggio, e fe M N,

M S,

M S, T S, V T si pongano in continua proporzione di B G a C K, sarà V T ad M R raggio, come la parabola I C K allo spazio B D F G, a cui eguale dee essere lo spazio C H L K. E ancora di quì si vede, la proporzione della parabola C I K allo spazio C H L K essere composta della triplicata della velocità C alla velocità B, e della secante dell'angolo dell'inclinazione al raggio, ovvero della sesquialtera di quella, che è tra C I a B E, o C A, B A, che è eguale alla triplicata di C K, B G, e della proporzione della secante al raggio.

COROLLARIO III.

E così ancora data in qualsivoglia sezione l'altezza dell'acqua, e ritrovato l'asse della parabola, perchè si dà la proporzione della massima velocità alla minima, ovvero del fondo, e della superficie, si potrà col metodo di questa Proposizione ritrovare l'altezza di qualsivoglia altra sezione superiore, o inferiore.

COROLLARIO IV.

E' ancora manifesto il converso della Proposizione, cioè data l'altezza dell'acqua in qualche sezione inferiore, ritrovare l'altezza della prima. E similmente perchè data l'altezza dell'acqua nella prima sezione, si dà ancora l'altezza dell'acqua nella conserva sopra il fondo della prima sezione, ancora data l'altezza dell'acqua in qualunque data sezione, sarà manifesta l'altezza dell'acqua ec. nella conserva.

COROLLARIO V.

Siccome è evidente in che modo, dato l'accrescimento dell'acqua nella prima sezione, e data ivi l'altezza dell'acqua non accresciuta, si possa ritrovare l'accrescimento dell'altezza in qualunque sezione data. Imperocchè se si darà l'accrescimento, e la prima altezza, si darà ancora l'altezza dell'acqua accresciuta, dalla quale si troverà l'altezza dell'acqua nella data sezione; e perchè è data la minore altezza nella prima sezione, si potrà ritrovare l'altezza corrispondente ad essa nella medesima inferior sezione; adunque in questa sarà data l'una, e l'altra altezza dell'acqua accresciuta, e non accresciuta, la differenza delle quali sa-

rà l'augumento, e in conseguenza sarà nota la proporzione dell'altezza dell'acqua accresciuta, e non accresciuta ec.

PROPOSIZIONE VIII.

Data l'altezza, che ha l'acqua in qualche sezione d'un canale perpendicolare, ritrovare nelle rimanenti sezioni del medesimo canale l'altezze, sotto alle quali scorre l'acqua.

L'altezza d'una sezione in un canale perpendicolare è la linea orizzontale, che misura l'altezza della sezione, sotto la quale discende l'acqua; è contuttociò differente il canale perpendicolare dal cadente, come si fa manifesto nel seguente Scolio.

Sia dunque il canale perpendicolare S X, pel quale s'intenda l'acqua scorrere; il che avverrà, se nel fondo della conserva N B M L vi si supponga una sezione, o un'apertura rettangola posta orizzontalmente, dalla quale esca l'acqua sotto la permanente altezza SB, e sia BM l'altezza dell'acqua nella sezione B: bisognerà trovare l'altezze delle rimanenti sezioni T, V, X.

Fig. 47. Coll'asse S X si descriva la semiparabola S C E, e si prolunghi M B in A; sarà B A semiordinata all'asse, supponendosi ad essa perpendicolare; e a T, V, X si pongano le altre semiordinate T C, V D, X E, e si facciano i rettangoli A B M, C T F, D V G, E X H eguali, ovvero, che è lo stesso, si faccia come CT ad A B, così B M a T F, e come D V a C T, così T F ad V G ec.: dico T F, V G ec. essere le altezze delle sezioni ricercate.

Imperocchè essendosi descritta la parabola intorno all'asse S X lunghezza del canale, e le velocità essendo in sudduplicata proporzione delle altezze, sarà B A velocità della sezione B, T C velocità della sezione T, ec.; e sono queste per la costruzione reciproche all'altezze delle sezioni B M, T F; adunque le quantità dell'acque, che passano per esse, saranno eguali. Similmente si dimostrerà V G, X H essere altezze, sotto le quali passa l'acqua, che prima passò per B M; adunque stando ferma la stessa larghezza del canale, le altezze ricercate saranno T F, V G; il che ec.

SCO-

SCOLIO I.

Bisogna distinguere il canale perpendicolare dal cadente, essendochè l'acqua del cadente appoco appoco si raccoglie secondo l'accrescimento della velocità intorno all'asse tirata per lo centro della gravità della sezione perpendicolare all'orizzonte; ma ne' canali perpendicolari l'acqua corrente si debbe intendere essere sempre attaccata al piano, o al fondo del canale; il che naturalmente segue per essere fra loro le parti dell'acqua collegate; ed ancora questo si può fare artifiziosamente, sforzando l'acqua a scorrere per un canale perpendicolare, contenuto da tre piani, de' quali due siano i lati del canale, ed il terzo il fondo, dalla superficie curva, la cui genitrice sia la linea simile M F S H, della quale si favellerà nel primo seguente Corollario.

SCOLIO II.

Se in vece d'un vaso, o conserva si sostituisca un canale orizzontale, dal quale escendo l'acqua, debba scorrere per un canale orizzontale applicato, quasi questo stesso ne segue; anzi ritrovandosi, per la 5. Proposizione, la prima sezione d'un canale perpendicolare da una nota altezza nell' orizzontale, si potrà ancora applicare un tubo perpendicolare ad un canale orizzontale, che subito l'acqua corrente tutto lo riempia.

COROLLARIO I.

Dalle cose dimostrate apparisce, che i punti M, F, G, H sono in una iperboloide curva, un' asintota della quale, e X S, e le ordinate alla medesima B M, T F, ec. siano in reciproca sudduplicata proporzione di S T ad S B; laonde se a tutti i punti del canale S X si applichino le semiordinate all'asse della parabola, e si facciano eguali i rettangoli fatti dalle semiordinate all'asse della parabola, e dall'ordinate all'asintota fra loro corrispondenti, gli estremi punti delle semiordinate all' asintota disegneranno la detta iperboloide, secondo la piega, della quale si disporrà nel flusso la superficie dell'acqua. E questa iperboloide sarà la seconda in ordine, cominciando dall'iperbole comune, in cui l'ascisse

dal

Digitized by Google

dal centro stanno reciprocamente, come l'ordinate all' asintota in semplice proporzione; in questa poi reciprocamente, come l'ordinate all' asintota in doppia proporzione.

COROLLARIO II.

Quel che si è dimostrato in un canale perpendicolare, vale ancora in un inclinato, se la velocità della superficie, e del fondo sembri al senso eguale a causa della grandissima distanza dal principio, o per la grande inclinazione, ovvero per la picciola altezza delle sezioni proporzionalmente all'inclinazione, o a causa degl'impedimenti pareggianti tra loro le velocità, come nel Corollario, e Scolio della Proposizione 5. lib. 2. abbiamo notato. Imperocchè la superficie dell'acqua sarà la stessa, che la descritta, il frusto della qual solidità sarà cilindro, e avrà la base contenuta da tre rette linee (cioè dalla lunghezza del canale tra le due sezioni, e dall'una, e l'altra perpendicolare delle prese sezioni), e dalla detta iperboloide. Del restante, se si considera tutta la figura dell'acqua corrente, sarà la base di questa un trilineo infinito, cioè lo spazio fra l'asintota, e l'iperboloide, e l'altezza della prima sezione; e l'altezza la stessa larghezza del canale. La qual figura dell'acqua sempre più s'altererà, quanto maggior sarà la proporzione delle velocità della superficie, e del fondo.

COROLLARIO III.

Nella stessa supposizione, se le ripe dello stesso canale perpendicolari al fondo si proseguissero secondo la centinatura della predetta iperboloide, di maniera che il punto S fosse centro comune di due iperboloidi, e insieme principio d'un canale, e se si tirasse l'asintota pel mezzo dello stesso canale, di maniera che fosse comune all'una, e all'altra iperboloide, ed I M fosse la larghezza della prima sezione, sarebbero le altezze di tutte le sezioni eguali, essendochè le sezioni d'eguale altezza sono fra loro come le larghezze; ma le larghezze B M, T F, o le loro duple I M, O F sono in reciproca sudduplicata proporzione delle linee S T, S B, e nella stessa sudduplicata proporzione sono le velocità: adunque essendo le sezioni reciproche alle velocità, passerà per esse egua-

eguale quantità d' acqua, e conſeguentemente ſe alcuno voleſſe nel predetto caſo ritenere in tutti i luoghi delle ſezioni la ſteſſa altezza del canale, biſognerebbe, che prolungaſſe le ripe del canale ſecondo la detta iperboloide.

SCOLIO III.

Per la qual coſa eſſendo nulla la velocità nel punto S, è manifeſto l' altro aſintota eſſere S L, eſſendochè i rettangoli fatti dalle linee delle velocità, e dell' altezze, ovvero delle larghezze del canale debbano eſſere eguali, ed eſſendo nulla la linea della velocità nel punto S, ne ſegue, che l' altezza, ovvero la larghezza della ſezione S (ſuppoſto che poſſa ſcorrere la quantità medeſima d' acqua per S con niuna velocità, che per B colla data velocità) debba eſſere infinita; e in conſeguenza, che mai in alcun luogo non concorrerà coll' iperboloide: lo che però non può eſſere, perchè dal principio del canale, che è un ſol punto, non può ſgorgare alcuna quantità d' acqua; onde ſi ſchiva un' infinita altezza di ſezione.

COROLLARIO IV.

Dalle ſopraddette coſe chiaramente ſi vede, che ſe le larghezze delle ſezioni ne' canali inclinati ec. ſiano eguali, ſaranno le altezze delle medeſime fra loro in reciproca ſuddu plicata proporzione delle diſtanze dal principio dell' alveo; ma ſe le altezze ſi ſuppongano eguali, le larghezze ſaranno nella ſteſſa proporzione.

COROLLARIO V.

Similmente le altezze delle ſezioni in un canale inclinato perpendicolare ſaranno proporzionali all' altezze delle ſezioni nell' altro canale in qualſivoglia modo inclinato, o perpendicolare, ſe ſi paragonino fra loro le ſimili ſezioni, ed eguale ſia da per tutto la larghezza dell' uno, e dell' altro canale.

COROLLARIO VI.

Di quì è, che ſe lo ſteſſo canale più, o meno ſia inclinato, le altezze

tezze delle date sezioni saranno fra loro proporzionali in qualsivoglia inclinazione.

PROPOSIZIONE IX.

Data una sezione di qualche cadente perpendicolare, e la distanza dal suo principio, ritrovare le rimanenti sezioni del medesimo.

Fig. 47. Sia la cadente proposta I Q H M, l'asse della quale sia S X perpendicolare all'orizzonte, ed il principio S, e la data sezione quella, che ha il diametro I M: bisogna ritrovare le rimanenti sezioni I, V, X, ec.

Coll'asse S X si descriva la semiparabola S A E, e si facciano le altre cose, come nella superiore Proposizione; ma come C T ad A B, così si faccia il quadrato I M al quadrato O F, o il quadrato B M al quadrato T F, e come D V a C T, così il quadrato T F al quadrato V G; e nel medesimo modo si trovi X H ec: dico B M, T E, V G, X H essere semidiametri delle sezioni B, T, V, X.

Imperocchè per gli Scolj seguenti, tutte le sezioni parallele di qualche cadente sono fra loro simili: saranno dunque fra loro come i quadrati de' semidiametri dal centro. Laonde come il quadrato B M al quadrato T F, così la sezione I M alla sezione O F; ma come il quadrato B M al quadrato T F, così reciprocamente la velocità C T alla velocità A B: adunque come la sezione I M alla sezione O F, così la velocità C T della sezione O F alla velocità A B della sezione I M: scorrerà dunque la stessa acqua per la sezione I M, che per la sezione O F. E nello stesso modo si dimostrerà per le sezioni P G, Q H ec. scorrere la stessa quantità d'acqua, e in conseguenza le sezioni P G, Q H essere le sezioni del cadente ricercate.

SCOLIO I.

Benchè il cadente perpendicolare di sua natura dovesse aver la forma di corpo conico, la base del quale sia la prima sezione, di qual figura ella si fosse, e la cima il centro comune di tutti i gravi, il quale con tutto ciò in gran distanza insensibilmente differirebbe dal cilindro; ma però perchè per l'accrescimento della velocità le gocciole dell' ac-

Digitized by Google

dell' acqua, dentro la solidità del cilindrico, scambievolmente si dovrebbero separare, stante la pressione esterna dell' aria, e concorrendo ancora l' attaccamento, che chiamano viscosità, il cilindrico verrà premuto verso la linea perpendicolare, che è asse di esso, in maniera che si fa un altro corpo conoidale di sua natura infinito, che per altro degenererebbe (essendo arrivato il moto all' equabilità, perseverando la medesima velocità) in cilindrico, col suo asse direttamente indirizzato al centro de' gravi. E questo è vero, rimossa quella resistenza dell' aria inferiore, che fa, che comunicato al cadente grand' impeto, o più presto, o più tardi, secondo il suo maggiore, o minor diametro, si disperga primieramente in parti minori, dipoi ancora in una tenuissima rugiada. Noi però discorrendo del cadente, rimoviamo quest' ultimo impedimento, ritenendo il concorso dell'acqua intorno al suo asse, come se si facesse un vaso tale, che avesse l'orifizio superiore congruente alla prima sezione del cadente, e accomodato intorno all'asse dello stesso cadente: noi intendiamo di ricercare in questo vaso quelle sezioni, che l'acqua cadente, cioè corrente con tutta la velocità, che alla sua caduta si richiede, senza eccesso, o mancanza empia per l'appunto. Supposto questo, dimostrerò, che l'acqua talmente scorre giù intorno all' asse, che quella proporzione, che ha la distanza d'un punto nella circonferenza della sezione dal punto dentro essa, che è toccato dall' asse, alla distanza d'un altro punto dallo stesso punto dell' asse, la medesima l'avrà in qualunque sezione inferiore la distanza dell' acqua ad essa corrispondente dall' asse alla distanza dell' acqua corrispondente al secondo punto dal medesimo asse: v. gr., sia il punto A, al quale termina l'asse, ed i punti C, D nella circonferenza della luce G D H C, l'asse A B, e l'acqua discenda da C in E, e da D in F, e siano F B, F E nello stesso piano orizzontale: dico, che D A ad A C starà come E B, B E; imperocchè tutta l'acqua della linea A C discende in B E: bisogna, che A C a B E abbia la medesima proporzione, che la velocità in B alla velocità in A; similmente perchè l'acqua, che sta nella linea D A, discende in F B, sarà ancora come D A ad F B, così la velocità in B alla velocità in A. Sarà dunque come A C a B E, così A D ad F B, e permutando, come A C ad A D, così B E ad F B. *Fig. 48.*

Digitized by Google

Dimostrato questo, dimostrerò ancora, che il lume G D H C sarà simile alla sezione I F K E; imperocchè l'acqua da A C passando in B E, strifcia giù per l'asse: saranno A C, A B, B E nel medesimo piano, discendendo A C sempre a se parallela nel medesimo piano verticale; laonde essendo la luce, e la sezione orizzontali, saranno A C, B E comuni sezioni de' piani orizzontali (e in conseguenza paralleli) col verticale fra loro parallele: per la medesima ragione saranno parallele G A, B I, D A, F B, ec. Laonde gli angoli G A C, I B E saranno eguali; ma sono, come s'è dimostrato, G A, A C proporzionali alle rette I B, B E: adunque i triangoli G A C, I B E saranno simili. Per la stessa ragione G A D, I B E, ec. si mostreranno simili, e in conseguenza il poligono G D H C sarà simile, e similmente posto al poligono I F K E; laonde il poligono G D H C al poligono I F K E sarà in sudduplicata proporzione de' lati omologhi, come prendemmo nell' antedetta Proposizione.

SCOLIO II.

Il punto A è centro di gravità della luce G D H C, e il punto B centro di gravità della sezione I F K E; essendochè l'uno, e l'altro discendano verso il centro della terra, è necessario, che discendano in maniera, che i centri di gravità siano nella linea tendente al centro de' gravi; laonde l'asse del cadente sarà la linea, che pel centro di gravità della luce si tira al centro de' gravi. Adunque essendo in molte figure il centro della gravità, e della grandezza il medesimo, in questa è evidente, l'asse del cadente passare pel centro delle figure, come nel cerchio, elissi, parallelogrammo, ec., se di tal figura sarà la luce, o prima sezione.

SCOLIO III.

Laonde se qualsivoglia canale cadente sia segato da piani paralleli a qualche sezione, si faranno tutte le sezioni fra loro simili, e similmente poste; e quando sarà arrivata la velocità del cadente all'equabilità, saranno anco fra loro eguali.

Co-

COROLLARIO I.

Dalla dimostrazione della proporzione ne segue, che la linea curva, che congiunge i punti M F G H, è una delle iperboloidi infinite, cioè nella quale l'ordinate all'asintota sono fra loro in proporzione reciproca subquadruplicata delle segate dal centro; imperocchè essendo come il quadrato B M al quadrato T F, così C T ad A B, sarà la proporzione della linea B M a T F suddiuplicata della proporzione di C T, A B; ma la proporzione di C T ad A B è suddiuplicata di S T a S B: adunque B M a T F è in suddiuplicata proporzione di S T a S B, cioè in proporzione quadruplicata delle segate dal centro B M, T F; cioè di quella, che hanno le ordinatamente applicate ad essa B M, T F reciprocamente. Adunque questa iperboloide sarà la quarta in ordine, cominciando da quella, che si ricava dal cono, come accennammo nel Corollario I. dell'antecedente Proposizione. Fig. 12.

COROLLARIO II.

Di quì nasce S X essere asintota, ed S centro della predetta iperboloide, pel quale se si tira la retta S T ad angoli retti all'asintota, questa sarà l'altra asintota; imperocchè non essendo in S alcuna velocità, ne segue, che l'altezza della sezione S sarà infinita; e conseguentemente continuata la stessa iperboloide, mai in alcun luogo non la toccherà.

COROLLARIO III.

Adunque ne' numeri, se come S B ad S T, così sta un quadratoquadrato T F ad un altro, sarà la sua radice quadratoquadrata la distanza dell'estrema acqua dall'asse della cadente, ovvero la distanza della cadente dal centro di gravità della sezione; e lo stesso accadrà, se si pigli l'intero diametro O F in cambio di T F; imperocchè si troveranno i diametri analoghi delle sezioni, e continuando la proporzione, si troveranno consimili tutte le distanze, ovvero i diametri.

Digitized by Google

COROLLARIO IV.

Se la luce I M sia circolare dalla revoluzione della figura B M H X intorno allo stabile asse B X, si descriverà, che il solido della cadente, e il vaso possa contenerla per l'appunto.

COROLLARIO V.

Se la luce non sia circolare, ma almeno d'una tal figura, che tutte le linee tirate per il centro di gravità siano divise pel mezzo, come le ellissi, i parallelogrammi, ec., i diametri transversi delle iperboloidi opposte saranno eguali; ma se saranno ineguali le linee tirate dal centro di gravità alla circonferenza della luce, come nel triangolo equilatero ec., il centro di tutte le iperboloidi sarà lo stesso, cioè la sublimità della cadente, ma i diametri transversi ineguali, come sarà noto a chi è versato nelle coniche sezioni.

COROLLARIO VI.

Adunque data la proporzione di due sezioni, e la distanza tra l'una, e l'altra, si potrà ritrovare l'altezza della cadente; come se si dia la proporzione della sezione I M alla sezione O F, e la distanza B T: basta applicare all'asse T B le perpendicolari B A, T C, le quali stiano fra loro reciprocamente come le sezioni, e descrivere la parabola per i punti C, A intorno all'asse B T prolungato in S; sarà S suo vertice, e insieme centro della predetta iperboloide, e principio della cadente; il che ancora vale proporzionalmente nel caso dell'antecedente Proposizione, come ancora molte cose ivi notate quì proporzionalmente si debbono riferire.

PROPOSIZIONE X.

Nella data sezione del canale inclinato, per il quale la velocità dell'acqua corrente sarà ritardata, ritrovare la proporzione, che ha la media velocità intera alla media velocità ritardata.

Fig. 49. Sia il canale inclinato A B, pel quale sia la sezione B coll'altezza B E, e sia ritardata la velocità da A in B: bisogna trovare la pro-

por-

Digitized by Google

porzione, che ha la media intera velocità della fezione B E alla velocità media ritardata della medefima fezione B E.

Si ferri la fezione B fopra B E, v. gr. fi lafci andar giù la cateratta K E, di maniera che la fua parte inferiore E combaci colla fuperficie dell'acqua; e ritardata davvantaggio la velocità della fezione B E, fecondo il fenfo della quarta Propofizione del libro 4., fi offervi a quanta altezza fi alzi l'acqua, e fia B M, e la permanente fuperficie H I.

Perciocchè fotto l'altezza B M paffa la medefima quantità d'acqua per la fezione B E, che prima paffava per la maggiore avanti d'avere ritardata la velocità; reftituita la medefima, farà la velocità media l'ifteffa di prima: adunque defcritta la parabola B I Q intorno all'affe B I, farà B E P Q il compleffo delle velocità della perpendicolare B E, di cui fi trovi la velocità media B D, e farà tanto il compleffo, quanto la velocità media dell'acqua, che paffa per B E con velocità ritardata. Similmente intorno all'affe K B fi defcriva la parabola K B C parallela alla predetta; e prolungate l'E P, B D, fi farà il compleffo delle velocità B E S C, dovuto all'intera velocità della perpendicolare B E, e di quefta fi trovi la media velocità B N; perchè dunque le parabole B I Q, B C K fono parallele, faranno B N, B D proporzionali alle medie velocità; adunque come fta B N a B D, così la media intera velocità della perpendicolare B E alla velocità media ritardata della medefima perpendicolare; il che ec.

COROLLARIO I.

Di quì è chiaro, che B D a D N fta come la velocità ritardata alla perduta; e al contrario B N a D N fta come l'intera velocità alla perduta...

COROLLARIO II.

Defcritti dunque fopra B D, B N i rettangoli nell'altezza comune B E, cioè B R, B O, faranno quefti i compleffi delle velocità intere, e delle refidue; laonde il compleffo intero delle velocità al compleffo refiduo avrà la proporzion del rettangolo B O al rettangolo

BR

B R; cioè della velocità media intera B N alla residua, o ritardata B D ec.; e lo stesso si dica de' complessi delle velocità di tutta la sezione.

COROLLARIO III.

Dalle sopra esposte Proposizioni, e dalla misura dell'acqua corrente colla residua velocità, ritrovata colla regola generale della Proposizione ultima del libro 4., facilmente sarà manifesta la misura dell'acqua, che potrebbe scorrere per la sezione, in caso che non fosse ritardata la velocità, e similmente la misura dell'acqua non iscorsa, la quale per altro sarebbe potuta scorrere per la medesima sezione, rimossa la ritardazione; essendochè queste quantità sono proporzionali alle velocità medie predette, delle quali, se ne sarà cognita una in qualche misura assoluta, e determinata, ancora le rimanenti si fanno manifeste nella medesima misura.

SCOLIO.

Il ritardamento dell'acqua nella sezione serrata sopra alla superficie dell'acqua si può avere in più modi, posto qualunque impedimento avanti alla sezione, la quale se ristrignerà la sezione, fatta l'elevazione dell'acqua, si dee rimuovere, e lasciare, che di nuovo si fermi la superficie dell'acqua; imperocchè discenderà qualche poco con aver restituita la larghezza alla sezione; e se col lasciare andare la cateratta fra la superficie dell'acqua, l'acqua sarà cresciuta fino alla permanente superficie, questa si dee un poco rialzare, tanto che ritorni nel primiero sito, e si debbe osservare l'altezza, alla quale si fermerà l'acqua di nuovo discendendo.

PROPOSIZIONE XI.

Data la proporzione, che ha la velocità ritardata media alla velocità intera media, e l'altezza, che ha l'acqua correndo con velocità ritardata nella data sezione, ritrovare l'altezza nella medesima sezione, sotto la quale scorrerebbe la stessa acqua con velocità intera.

Fig. 49. Sia la velocità residua all'intera come B D a B N, e l'altezza dell'acqua corrente colla velocità media B D nella sezione B sia B E: biso-

Digitized by Google

bisogna ritrovare l'altezza, che farebbe la stess'acqua, correndo coll'intera velocità nella medesima sezione.

Si faccia come B N a B D, così B E ad un'altra v. gr. B F: dico B F essere l'altezza ricercata. Imperocchè essendo reciproche le altezze delle sezioni, e le velocità medie; e come le altezze delle sezioni, così le stesse sezioni, essendo della medesima larghezza, saranno le medie velocità reciproche alle sezioni; laonde la quantità dell'acqua, che esce per la sezione B coll' altezza B E, e colla velocità B D media, sarà eguale alla quantità dell'acqua, che esce per la stessa sezione B coll'altezza B F, e colla velocità B N; ma B N è la velocità intera, e B D la velocità ritardata: adunque per la sezione B coll'altezza B E, e colla velocità ritardata, passerà eguale quantità d'acqua a quella, che può scorrere per la stessa sezione coll' altezza B F, e coll'intera velocità. E' dunque l'altezza B F quella, che farebbe l'acqua del canale A B, correndo con intera velocità; il che ec.

COROLLARIO I.

Lo stesso problema si scioglie, se si darà la proporzione dell'intera velocità alla velocità perduta, ovvero della residua alla perduta, essendochè da queste facilmente si raccoglie la proporzione della velocità residua all'intera.

COROLLARIO II.

E' chiaro ancora il converso del problema, cioè se si desse per altro metodo l'altezza della sezione, quando l'acqua scorre con velocità ritardata, e l'altezza della sezione, quando la stess'acqua scorre con velocità intera, o almeno la proporzione delle medesime, si darebbe ancora la proporzione dell'intera velocità, e della ritardata.

Digitized by Google

LIBRO VI.

Nel quale si propongono l'artifizio, e il fondamento del distribuire con proporzione l'acque provenienti dagli acquedotti, da' canali, e dalle conserve.

PROPOSIZIONE I.



IN un canale orizzontale, che sempre seguiti colla medesima larghezza, se gli si cresca l'acqua, l'altezza dell'acqua accresciuta, e quella non cresciuta in una sezione è nella medesima proporzione, che è in tutte le altre.

Fig. 50. Sia il canale A B, che abbia tutte le sezioni d'una larghezza medesima, e la sua superficie sia F E, la quale per l'aggiunta di nuova acqua s'intenda elevarsi fino in C D: dico, che l'altezza A F dell'acqua non accresciuta all'altezza dell'acqua accresciuta A C nella sezione A, ha la stessa proporzione, che l'altezza dell'acqua non cresciuta B E all'altezza dell'accresciuta B D nell'altra sezione B.

Conciossiachè A B è canale orizzontale, sarà la superficie F E, pel Corollario 1. Prop. 1. Lib. 5., parallela al fondo B A; ma ancora la superficie C D per la stessa causa è equidistante al fondo A B: adunque le tre rette B A, E F, D C saranno parallele; ma sono ancora parallele A C, B D: adunque come F C ad A F, così D E ad E B, e componendo, come C A ad A F, così D B a B E, e invertendo, come A F a C A, così B E a B D; il che ec.

SCOLIO I.

Se ad un canale orizzontale sia applicato un canale inclinato, v. gr. se al canale A B orizzontale si applichi B I inclinato, la parte di esso G B non si considera come canale orizzontale, ma come medio fra l'orizzontale, e l'inclinato; imperocchè facendosi H principio del canale in-

Digitized by Google

inclinato, l'acqua fra H, e B farà premuta, e farà la fuperficie H B più baffa di H C, come altrove abbiamo dimoftrato.

SCOLIO II.

Perchè dunque è poffibile ad un canale, che abbia il fondo orizzontale, applicarvene uno tanto poco inclinato, che il fuo principio convenga colla prima altezza del canale, fecondo il fondo del canale orizzontale, quefto, naturalmente parlando, non farà canale orizzontale, ma una cofa di mezzo fra l'orizzontale, e l'inclinato, effendochè il vero canale orizzontale non debba niente partecipare col canale di altro genere.

SCOLIO III.

Di quì è, che fe in vece del canale orizzontale non fe ne foftituifca alcun altro, ma l'acqua liberamente poffa fcorrere, quefta forma di canale, benchè abbia il fondo orizzontalmente pofto, non ubbidifce però efattamente alle leggi de' canali orizzontali; poichè la cafcata del predetto canale defcrivendo una linea parabolica, per quel che è ftato dimoftrato dal fottiliffimo Torricelli, è evidente, che l'acqua cadente prende infinite inclinazioni di canali, fecondo che le figure di effa fono infinite tangenti; e però il canale, che fi tiene per orizzontale, ha comunicazione con infiniti canali inclinati, e in confeguenza partecipa fpeffe fiate, e fucceffivamente le proprietà di tutti.

SCOLIO IV.

Ma perchè quanto è minore l'inclinazione del canale applicato, tanto ancora è minore la differenza fra l'altezza nella prima fezione del canale inclinato, e l'altezza nell'orizzontale; di quì è, che in poca inclinazione d'un canale applicato fi può fare infenfibile la differenza dell' una, e l'altra altezza, ed impercettibile ad ogni fenfo; e però ancora fificamente fi può pigliare come eguale, ed il canale impropriamente orizzontale fi può confiderare come fe veramente foffe tale.

Digitized by Google

SCOLIO V.

Se un canale di questa forte orizzontale abbia diversa larghezza, basta stringere talmente l'ultima sezione, che sia la minore di tutte l'altre, o almeno non minore della minima, acciocchè pel Corollario 2. Prop. 5. Lib. 5. sia dappertutto la medesima altezza.

PROPOSIZIONE II.

Se per un lume fatto nella sponda d'un canale orizzontale, che sia dappertutto di eguale larghezza, si derivi dal canale dell'acqua, sotto al foro sarà premuta la superficie dell'acqua; ma se data sia la proporzione dell'acqua derivata a tutta l'acqua del canale, e si ristringa la sezione sotto il foro, di maniera che come sta tutta l'acqua a quel che rimane nel canale, così stia la larghezza viva della sezione dirimpetto alla luce, o sopra la luce alla simile larghezza della sezione inferiore, sarà parimente la medesima altezza dell'acqua nell'una, e nell'altra sezione.

Sia il fondo del canale orizzontale A B C D, pel quale scorra l'acqua permanente nel medesimo stato, ed i suoi lati A C, B D siano paralleli, e pel foro G F si derivi qualsivoglia porzione d'acqua: dico, che la superficie dell'acqua sotto F s'abbasserà; ma se si ristringerà la sezione E F, di maniera che come sta l'acqua, che passa per A B, all'acqua, che dee passare per la sezione E F, così stia la larghezza A B alla larghezza H F, dico, che tanto in A B, quanto in H F sarà la medesima altezza; e se da un altro foro I L si derivi un'altra porzione d'acqua, e talmente si ristringa la sezione M L, che come sta l'acqua A B all'acqua per N L, così A B ad N L, dico, che tanto in A B, che in N L sarà la medesima altezza.

Fig. 51.

Imperocchè si tiri H O parallela alla lunghezza del canale B D, che seghi A B in O. E perchè O B è eguale ad H F, sarà la proporzione di A B ad H F la stessa, che di A B ad O B; ma come A B ad H F, così l'acqua per A B all'acqua per H F; adunque come A B ad O B, così l'acqua per A B all'acqua per H F; ma come A B ad O B, così l'acqua per A B all'acqua per O B; adunque come l'acqua per A B all'acqua per O B, così l'acqua per A B all'acqua rimanente;

te; e in confeguenza farà l'acqua per O B eguale alla rimanente acqua, che debbe fcorrere per la fezione H F; laonde effendo le larghezze O B, H F eguali, faranno i compleffi delle velocità d'una perpendicolare nella fezione H F eguali, e fono le dette perpendicolari affe delle parabole (effendo che da quefte fi circofcrive il compleffo delle naturali velocità); adunque effendo le parabole eguali, ancora gli affi, o l'altezze delle fezioni O B, H F faranno eguali. Nello fteffo modo fi dimoftrerà, che nella fezione N L verrà la medefima altezza d'acqua, che in A B; effendo adunque neceffario, acciocchè nelle fezioni A B, E F fia la medefima altezza d'acqua, riftringere la fezione inferiore E F in H F, ne fegue, che allargata la parte E H, e ancora l'altre fezioni inferiori, l'acqua fcorrerà talmente, che la fua altezza fia minore dell'altezza della fezione H F riftretta, ovvero d'A B; il che ec.

Coroll. 1. Prop. 4. del 1. lib. di queſto.

Prop. 14. del 1. di queſto.

Coroll. 2. Prop. 2. lib 3. di queſto.

COROLLARIO I.

Di qui ne fegue, che fe fi debba derivare dell'acqua da un canale orizzontale per molte luci fatte ne' lati del canale, fe fi riftringerà in maniera la fezione fotto all'infima luce, che tutta l'acqua del canale abbia quella proporzione alla rimanente nel canale dopo la diftribuzione, che ha la larghezza del canale avanti la diftribuzione, cioè fopra la luce fuperiore alla larghezza della fezione riftretta fotto la luce inferiore, l'acqua fopra a quefta fezione fempre fi conferverà nella medefima altezza, non oftante le efcite moltiplici da diverfi fori, o fia il canale regolare, o irregolare; cioè o fiano tutte le fezioni naturali egualmente larghe, o no, purchè le fezioni naturali non fiano minori rifpettivamente delle riftrette.

COROLLARIO II.

E' chiaro ancora, che fe nell'accrefcimento dell'acqua fi conservi la proporzione medefima, che ha l'acqua diftribuita a tutta avanti l'accrefcimento, farà orizzontale la fuperficie dell'acqua anche crefciuta; e in quefto cafo farà ancora la medefima altezza d'acqua dappertutto; ma non farà così, fe farà turbata la prima proporzione, effendochè il riftrin-

Digitized by Google

gimento del canale nella fezione inferiore deve effere proporzionato alla quantità dell' acqua refidua.

PROPOSIZIONE III.

Se in un canale orizzontale fia talmente riftretta la fezione inferiore, che non oftante la diftribuzione dell'acque fatta per più fori aperti più fu, le bafi de' quali fiano nella medefima orizzontale, e la fuperficie dell' acqua fia pure orizzontale, farà la proporzione dell' acque, che paffano per diverfi fori fempre la medefima, e la fuperficie dell'acqua fempre farà orizzontale in qualunque accrefcimento, o fcemamento dell' acque nel canale.

Fig. 52. Sia un canale orizzontale, il fondo del quale fia A B C D, e la larghezza viva B A, e la fua fponda F C, nella quale vi fiano i fori aperti per di fopra H K, L N, che abbiano le bafi H I, L M nella fteffa orizzontale B C, e fia riftretta l'inferior fezione C D, v. gr. in C E, di maniera che la fuperficie dell' acqua fopra a C E fia orizzontale, v. gr. O R: dico, che quantunque fi elevi la fuperficie dell' acqua in F G, ancora F G farà orizzontale, e la proporzione, che ha l'acqua per I P all'acqua per Q M, farà la medefima di quella dell'acqua per H K all' acqua per L N.

Perchè è la medefima altezza d' acqua tanto nella fezione O A, quanto ne' fori P I, Q M, farà la quantità dell'acqua per O A alla quantità dell' acqua per P I, come B A ad H I; per la medefima ragione come B A ad L M, così la quantità per O A alla quantità per Q M; e come H I ad L M, così la quantità per P I alla quantità per Q M; e come B A a C E, così la quantità per O A alla quantità per R E. Laonde effendo l'acqua per O A eguale all' acque P I, Q M, R E infieme prefe, farà ancora la larghezza B A eguale alle bafi H I, L M, C E prefe infieme; e fe C D fia eguale a B A, farà E D eguale ad H I, L M infieme prefe. Si divida dunque E D nelle parti E S, S D eguali ad H I, L M: faranno V S, S X eguali a' fori P S, Q M, effendochè fiano eguali l'altezze V E, P H, ec.

Si intenda ora crefciuta l'acqua fino in F G; e chiufi i fori, fi fupponga aperta tutta la fezione G D: perchè dunque B A, C D fono egua-

eguali, sarà l'altezza F B eguale all'altezza C G, e la sezione F A eguale alla sezione G D: si divida la sezione G D colle linee E Y, S T perpendicolari alla larghezza C D, di maniera che siano come tre sezioni G E, Y S, T D; sarà Y S eguale a K H, e T D eguale a L N; e come C D, ovvero A B a C E, E S, S D, così tutta l'acqua, ovvero l'acqua per G D all'acque per G E, per Y S, per T D: s'intenda a un tratto ristretta la sezione C D in C E, e aperti i fori K H, N L; e perchè K H è eguale ad Y S, e L N è eguale a T D: e l'altezza è la medesima, sarà l'acqua per K H eguale all'acqua, che passa prima per Y S; e all'acqua, che prima passa per T D, è eguale l'acqua per N L: adunque tant'acqua escirà per le sezioni G E, K H, N L, quanta prima n'esciva per la sezione G D. Laonde rimarrà la medesima superficie d'acqua; ma questa prima era orizzontale: adunque sarà ancora dopo orizzontale. Stando adunque ferme l'altezze eguali I K, M N, sarà l'acqua per K H all'acqua per N L, come H I ad L M; ma come H I ad L M, così l'acqua per P I all'acqua per Q M: adunque come l'acqua per K H all'acqua per N L, così l'acqua per P I all'acqua per Q M; il che ec.

LEMMA.

Se per G E, L N, K H passi eguale quantità d'acqua, che per F A, dico, che la superficie dell'acqua non si muterà.

Imperocchè se si mutasse, o s'alzerebbe, o s'abbasserebbe; il primo non può seguire, essendochè l'alzamento dell'acqua o suppone l'accrescimento, che è contra il supposto, ovvero minore escita, che entrata; il che pure è contra il supposto: similmente nè anco il secondo seguirà, perchè l'abbassamento della superficie o suppone lo scemamento dell'acqua, o il maggiore esito, che ingresso; e l'uno, e l'altro parimente è contra il supposto. Di più nemmeno può abbassarsi, v. gr. in G E, nè alzarsi in L N; poichè essendo tutte le cose eguali, non v'è ragione alcuna, perchè si abbia ad innalzare, o abbassare più quì, che lì. Se dunque la superficie dell'acqua non s'alza, nè s'abbassa, è necessario, che si mantenga la medesima.

Digitized by Google

SCOLIO I.

E' contuttociò vero, che in fatti passa qualche poco d'acqua più per la sezione G D, che per le tre sezioni G E, L N, K H; imperocchè vien meno diminuita la velocità dal contatto, e confricazione delle sponde, e del fondo nell'intera sezione F A, o G D, che nelle sezioni G E, L N, H K; il che, quantunque astrattamente non sia considerato, debbe però osservarsi praticamente: ma però in questo caso la superficie dell'acqua si solleverà un poco dappertutto egualmente, e la distribuzione si farà proporzionalmente; se non che l'impedimento della confricazione è maggiore ne' fori minori, che ne' maggiori; al quale inconveniente si può rimediare, per consiglio del famosissimo Abate Castelli, se siano tutti i fori eguali, e simili, (noi ci aggiungiamo ancora nella medesima orizzontale) e se si faccia la distribuzione con assegnare più fori nella data proporzione.

COROLLARIO.

Se dunque da un canale orizzontale si debba cavare dell'acqua, e tutta distribuirla secondo la data proporzione, basta nella sezione artificiale dividere la data altezza viva nella medesima proporzione; v. gr. se tutta l'acqua, che passa per la sezione artificiale d'un canale orizzontale, che abbia la larghezza viva A B, si debba distribuire, o dividere in maniera, che di quelle parti, che Tizio n'ha una, Sempronio n'abbia 3., Mevio 5., Cajo 7., Lucio 8., Annio 6., e la rimanente parte dell'acqua, che dee scorrere pel canale, sia 60., si pigli tutta la somma, cioè 90., e si divida A B in altrettante parti, delle quali 60. si lascino alla larghezza della sezione C E sotto le luci, per le quali si dee fare la distribuzione; e aperte le luci più su, si costituiscano colla base combaciante al fondo del canale, la base delle quali per Tizio sia 1., per Sempronio 3., e così degli altri; e così in questa maniera essendo l'acque proporzionali alle larghezze, ovvero alle basi delle luci in qualunque altezza, e le basi fra loro nella data proporzione, saranno ancora l'acque fra loro nella data proporzione, tanto tutta, che la rimanente, che quella, che si cava da' fori fatti, essendochè sopra i fori, che distri-

distribuiscono l'acqua, si conservi sempre la medesima altezza d'acqua, come è stato dimostrato.

SCOLIO II.

Per fuggire tutti gli scrupoli, giova applicare a tutte le luci canali orizzontali di conveniente lunghezza, cioè tanta, che possa rimovere il dubbio del mescolamento in esse luci col canale inclinato. E per supplire per quanto si può l'eccesso dell'acqua, che passa per le maggiori luci, a queste si applichi un canale più lungo, acciocchè al flusso dell'acqua si aggiunga maggiore impedimento, e così provvedere alla superflua quantità dell'acqua; o si dee adoperare l'artifizio Castelliano di sopra esposto, secondo che l'occasione ci insegnerà essere o l'uno, o l'altro più a proposito.

PROPOSIZIONE IV.

Se da un canale orizzontale di eguale larghezza si distribuisca dell'acqua per più luci rettangole, e scolpite nella sponda del canale egualmente alte sotto la superficie dell'acqua; e nella sezione posta dopo le predette luci (cioè presa nella parte inferiore del canale dopo le luci) si pongano nel medesimo piano orizzontale, dove sono le basi delle luci, impedimenti eguali, simili, e similmente posti a tutte le luci de' fori, l'acqua fino all' inferior sezione si conserverà colla superficie nella medesima linea orizzontale, e in qualunque augumento d'acqua l'acque derivate avranno la medesima proporzione.

Sia il canale orizzontale, il fondo del quale B A D C sia da per tutto d'eguale larghezza, e la sponda F C, nella quale siano fatte le luci rettangole P I, Q M, colle basi H I, L M nella medesima orizzontale, v. gr. nel fondo del canale; e nella sezione G D nella linea C D si piglino le linee S D, S E eguali alle basi delle luci H I, L M, e si alzino le perpendicolari V E, D X eguali alle altezze P H, Q L; e si compisca il rettangolo V D, di maniera che S X sia eguale a P I, ed V S eguale a Q M: dico, che se V D si concepisca come impedimento, aperte le luci P I, Q M, l'acqua della superficie verrà orizzontale, e che l'acqua per P I all'acqua per Q M in qualunque altezza sarà nella medesima proporzione. Fig. 53.

In-

Imperocchè essendo il canale B A D C da per tutto di eguale larghezza, sarà la superficie, v. gr. O R, parallela al fondo B C, siccome R Z parallela a C D; laonde O B, K H, L N, R C, Y E, D Z saranno eguali, essendo tutte fra loro parallele: adunque levate l' eguali P H, L Q, E V, D X, rimarranno K P, N Q, Y V, Z X eguali; e però le sezioni V S, S X, P I, Q M avranno sopra di se la medesima altezza d'acqua; ed essendo le sezioni simili, ed eguali, conseguentemente le loro velocità medie saranno eguali, essendo la velocità media di ciascuna quella, che è perpendicolare, v.gr. V E, sotto l'altezza Y E; laonde le quantità dell'acque saranno fra loro come le larghezze; ma S D è eguale ad H I, ed E S è eguale ad L M: adunque l'acqua per S X sarà eguale all'acqua per P I; e l'acqua per V S è eguale all'acqua per Q M: adunque posto l'impedimento V D, e insieme aperte le luci P I, Q M, tant'acqua scorrerà per la sezione rimanente R Z X V E C, e per le luci P I, Q M, quanta prima n'era passata per l'intera sezione G D, ovvero quanta ne passa per F A: adunque pel lemma antecedente non si muterà la superficie dell'acqua, ma sarà la medesima O R. Similmente si dimostrerà cresciuta l'altezza in F G in un libero canale senza luci, e di nuovo posto l'impedimento medesimo V D, e aperti i fori, non mutarsi la superficie orizzontale F G. Sicchè essendo la superficie F G egualmente elevata sopra tutti i fori, saranno le velocità medie di tutti eguali; e però le quantità dell'acqua in qualunque elevazione, ovvero in qualunque stato d'acqua saranno fra loro come i fori; ed essendo questi egualmente alti, saranno le quantità dell'acqua fra loro come la larghezza delle luci, o de' fori in qualunque altezza di canale ec.

SCOLIO I.

Di quì è manifesta la regola di distribuire l'acque, mediante la distribuzione da' canali orizzontali per li fori nascosi sotto acqua, ed in maniera, che sempre si conservi in qualunque altezza d'acqua la medesima proporzione; imperciocchè se la sezione sotto i fori, la larghezza della quale sia eguale alla larghezza viva della sezione sopra i fori, s'impedisca con un impedimento, la superficie del quale opposta al corso

so

Digitized by Google

so dell' acqua sia rettangola, e colla base combaci colla larghezza della *Fig. 54.* sezione v. gr. C A B D, la di cui base A B o si divida colle linee E F, G H ec. in una data proporzione, e si facciano i fori nelle sponde eguali, simili, e similmente posti a' rettangoli A F, F G ec., e colla sua base, che convengano col fondo del canale; questi distribuiranno l' acqua nella data proporzione, come si è dimostrato: o poste le basi de' fori combacianti il fondo del canale, e fatta l' altezza di tutti eguale, ma la larghezza secondo la desiderata proporzione; da tutte queste cose messe insieme si potrà comporre l' area dell' impedimento da apporsi al corso dell' acqua nella sezione sotto a' fori.

SCOLIO II.

La medesima dimostrazione vale, se le luci siano d' altra figura, che rettangoli, e sotto diversa altezza, se si apponga a tutti nella sezione impedimenti simili, eguali, ed egualmente posti, di maniera che impediscano tanto d' acqua, quanta ne dee passare per la luce a se corrispondente. Noi dimostrammo la proporzione secondo la pratica più facile da metterli in opera senza alcuna fatica.

SCOLIO III.

Simile è la ragione di distribuire l' acqua da un lago, palude, conserva ec., se non che non v' è bisogno d' alcuno impedimento, essendochè in questa sorte di ricettacoli d' acque la superficie dell' acqua è sempre nella medesima orizzontale; onde è chiaro, che se le basi delle luci si costituiscano nella medesima orizzontale, e tutte siano alla medesima altezza, le proporzioni dell' acqua sono fra loro come le larghezze delle luci; e che però è facilissima questa distribuzione d' acque giusto in quel modo, che si è detto di sopra della derivazione da' canali orizzontali.

SCOLIO IV.

Da quanto si è dimostrato si può chiaramente vedere, la distribuzione dell' acqua, che si fa per pollici, once, quinarie ec., non essere permanente, se non si fa la distribuzione in luogo, dove sempre si man-

Digitized by Google

mantenga la ſteſſa ſuperficie d'acqua, non alterabile in verun modo; lo che di rado, o non mai accaderà; eſſendochè, ſe queſta può alzarſi, o abbaſſarſi, è chiaro, ſe v. gr. una quinaria, come appreſſo gli antichi, ſi prenda nella miſura determinata, e aſſoluta in ordine all' area della luce, queſta quinaria eſſere ſempre la medeſima, ma che la quantità dell'acqua ſarà ora maggiore, ora minore. Ma ſe la quinaria ſi prenda in una miſura determinata non in ordine all'area della luce, ma in ordine ad una quantità certa d'acqua, che paſſa per una luce in un dato tempo, queſta quinaria ora più, ora meno della medeſima luce diffonde, ſecondo la maggiore, o minore altezza dell'acqua ſopra i centri della velocità delle luci. Ed è coſa molto difficile ritener ſempre in una conſerva la medeſima ſuperficie per emiſſarj, o diverſioni, che abbiano il fondo nel piano della ſuperficie, che pretendiamo mantenere nell'acqua permanente; imperocchè eſſendo neceſſario pel vario accreſcimento d'acqua, che l'acqua ſopra il detto fondo ſcorra con varia altezza, ed eſſendo queſta regola quella, ſecondo la quale ſi diſpone la ſuperficie dell'acqua nella conſerva; conſeguentemente ancora ſarà varia la ſuperficie dell'acqua, ſecondo il vario accreſcimento d'acqua; di maniera che, almeno ſecondo me, è difficiliſſimo, ſe non impoſſibile, ritener ſempre con macchina ſtabile la medeſima ſuperficie d'acqua.

SCOLIO V.

Similmente dalle coſe dette pare, che ſi poſſa concludere, che ſe ne' canali inclinati ſi dia qualche artificio, col quale ſi faccia, che non oſtante l'eſcita per le luci fatte nelle ſponde, la ſuperficie dell'acqua ſia parallela al fondo in qualunque altezza, ſi potrà fare la diſtribuzione dal canale inclinato col metodo, che abbiamo adoperato nel canale orizzontale.

SCOLIO VI.

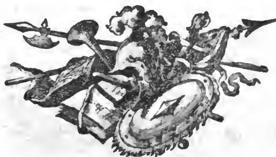
Queſto artifizio potrà eſſere, ſe il canale inclinato ſia diviſo come in più canali orizzontali; come ſe il canale inclinato A B ſi divida in quattro canali orizzontali A F, C G, D H, E I; imperocchè

Fig. 55.

chè l'acqua dopo la caduta perpendicolare F C, G D ec., quasi subito si dispone all'altezza, che richiede il corso sopra i fondi orizzontali C G, D H ec., in maniera che si possano fare in luogo conveniente nelle sponde del canale le luci, che distribuiscano acqua secondo la desiderata proporzione. Vi possono ancora essere altri artificj pel medesimo fine, come le diversioni laterali, ne' quali l'acqua, cessante il flusso, orizzontalmente si livella, nelle sponde de' quali si potranno disporre le luci distribuenti, come si è detto di sopra ec.; ma questi, ed altri li lasciamo da eleggere, o ritrovare secondo l'occasione al giudizio de' pratici.

SCOLIO VII.

Siccome lasciamo l'applicazione di questa dottrina a' diversi casi, che possono occorrere nella pratica; essendochè da' tanti, che fin quì se ne son detti, ciascuno facilmente può raccorre una regola di applicare la nostra dottrina, secondo che comporterà la varietà, e l'esigenza delle condizioni.



Digitized by Google

AGGIUNTA.

Tavola degli spazj dovuti alle velocità.

PER avventura potrebbero sembrare imperfette, e per poco inutili queste nostre speculazioni Idrometriche, che in questi sei libri abbiamo esposte, se nella Proposizione 10. del libro 2. io non avessi dimostrata la maniera di determinare gli spazj, che l' acqua può scorrere con una data velocità in un dato tempo. Ma sarebbe mancato qualcosa alla sua perfezione, se anch' io avessi lasciato a carico del Lettore il tedio di far l' esperienze, e i calcoli. Adunque, acciocchè, per quanto permette la tenuità delle forze mie, e del mio ingegno, non manchi mai alla pubblica utilità, determinai fin dal principio dell' opera far l' uno, e l' altro, riducendo in una particolar Tavola gli spazj dovuti alla velocità, e determinando la velocità dalla sua cagione, cioè o dalla scesa, o dalla pressione; conciossiachè sufficientemente apparisce dalle cose fin quì dimostrate, che l' una, e l' altra tornano tutt' una.

Vero è, che ho indugiato fino ad ora a far ciò, sì perchè rifacendo molte fiate l' esperienza, avessi un fondamento più certo di questa Tavola, sì perchè non si mettesse fuori questa tavola fatta con gran consumo di tempo, e di fatica, prima di averne veduta la sua utilità, e necessità.

Adesso adunque finalmente la diamo, mediante la quale facilmente si potrà calcolare la misura di qualsivoglia fiume, giusta la norma da noi dimostrata, consistendo nella moltiplicazione della sola area della sezione artificiale, ovvero del regolatore collo spazio dovuto alla velocità media, il quale a ciascun' oncia d' altezza, o di scesa perpendicolare è dimostrato dalla Tavola; talchè per avventura tutta la dottrina nostra dell' acque correnti si raggiri nel uso di essa, e si racchiuda in essa come in compendio.

Del resto noi ci aggiugniamo il fondamento, l' uso, e l' applicazione della tavola, non solo per rendere, come si dee, ragione del fatto, ma anco per aprire colla dimostrazione, e co' precetti, e coll' esempio a' misuratori dell' acque una strada piana, e facile di misurar l' acque correnti, anzi per appianarla, e renderla loro libera da ogni ostacolo. Ta-

Tavola degli spazj dovuti alla velocità, giusta l'altezza, o scesa dell'acqua per un minuto d'ora.

Altezza dell'acqua a misura di piede Bolognese.		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*		*Altezza dell'acqua a misura di piede Bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*	
Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once
	1	62	6	2	1	312	5
	2	88	4	2	2	318	7
	3	108	2	2	3	324	8
	4	124	11	2	4	330	7
	5	139	8	2	5	336	5
	6	153	0	2	6	342	2
	7	165	4	2	7	347	10
	8	176	8	2	8	353	5
	9	187	5	2	9	358	11
	10	197	7	2	10	364	4
	11	207	3	2	11	369	7
1	0	216	5	3	0	374	10
1	1	225	5	3	1	380	0
1	2	233	9	3	2	385	2
1	3	242	0	3	3	390	2
1	4	2[illegible]9	11	3	4	395	2
1	5	257	7	3	5	400	1
1	6	265	1	3	6	404	11
1	7	272	4	3	7	409	8
1	8	279	5	3	8	414	5
1	9	286	4	3	9	419	1
1	10	293	0	3	10	423	9
1	11	299	8	3	11	428	4
2	0	306	1	4	0	432	10

Altezza dell'acqua a misura di piede Bolognese.		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*		*Altezza dell'acqua a misura di piede Bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*	
Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once
4	1	437	4	6	9	562	4
4	2	441	9	6	10	565	9
4	3	446	2	6	11	569	2
4	4	450	6	7	0	572	7
4	5	454	10	7	1	576	0
4	6	459	1	7	2	579	5
4	7	463	4	7	3	582	9
4	8	467	6	7	4	586	1
4	9	471	8	7	5	589	5
4	10	475	10	7	6	592	9
4	11	479	11	7	7	596	0
5	0	483	11	7	8	599	3
5	1	488	0	7	9	602	6
5	2	491	11	7	10	605	9
5	3	495	11	7	11	608	11
5	4	499	10	8	0	612	2
5	5	503	8	8	1	615	4
5	6	507	7	8	2	618	6
5	7	511	4	8	3	621	8
5	8	515	2	8	4	624	9
5	9	519	0	8	5	627	11
5	10	522	9	8	6	631	0
5	11	526	5	8	7	634	1
6	0	530	2	8	8	637	2
6	1	533	10	8	9	640	2
6	2	537	5	8	10	643	3
6	3	541	1	8	11	646	3
6	4	544	8	9	0	649	3
6	5	548	3	9	1	652	3
6	6	551	9	9	2	654	3
6	7	555	4	9	3	658	3
6	8	558	10	9	4	661	2

Digitized by Google

Altezza dell'acqua a misura di piede Bolognese.		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*		*Altezza dell'acqua a misura di piede Bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*	
Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once
9	5	664	2	12	1	752	4
9	6	667	1	12	2	754	11
9	7	670	0	12	3	757	6
9	8	672	11	12	4	760	1
9	9	675	10	12	5	762	8
9	10	678	8	12	6	765	2
9	11	681	7	12	7	767	9
10	0	684	5	12	8	770	3
10	1	687	3	12	9	772	10
10	2	690	1	12	10	775	4
10	3	692	11	12	11	777	10
10	4	695	9	13	0	780	4
10	5	698	6	13	1	782	10
10	6	701	4	13	2	785	4
10	7	704	1	13	3	787	10
10	8	706	10	13	4	790	3
10	9	709	7	13	5	792	9
10	10	712	4	13	6	795	2
10	11	715	1	13	7	796	8
11	0	717	10	13	8	800	1
11	1	729	6	13	9	802	6
11	2	723	3	13	10	805	0
11	3	725	11	13	11	807	5
11	4	728	7	14	0	809	10
11	5	731	3	14	1	812	2
11	6	733	11	14	2	814	7
11	7	736	7	14	3	817	0
11	8	739	3	14	4	819	5
11	9	741	11	14	5	821	9
11	10	744	6	14	6	824	2
11	11	747	1	14	7	826	6
12	0	749	9	14	8	828	10

Digitized by Google

Altezza dell'acqua a misura di piede Bolognese.		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*		*Altezza dell'acqua a misura di piede Bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*	
Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once
14	9	831	2	17	5	903	3
14	10	833	7	17	6	905	5
14	11	835	11	17	7	907	6
15	0	838	3	17	8	909	8
15	1	840	7	17	9	911	10
15	2	842	10	17	10	914	0
15	3	845	2	17	11	916	1
15	4	847	6	18	0	918	3
15	5	849	9	18	1	920	4
15	6	852	1	18	2	922	6
15	7	854	4	18	3	924	7
15	8	856	8	18	4	926	8
15	9	858	11	18	5	928	9
15	10	861	2	18	6	930	11
15	11	863	5	18	7	933	0
16	0	865	9	18	8	935	1
16	1	868	0	18	9	937	2
16	2	870	3	18	10	939	2
16	3	872	5	18	11	941	4
16	4	874	8	19	0	943	5
16	5	876	11	19	1	945	5
16	6	879	2	19	2	947	6
16	7	881	4	19	3	949	7
16	8	883	7	19	4	951	7
16	9	885	9	19	5	953	8
16	10	888	0	19	6	955	9
16	11	890	2	19	7	957	9
17	0	892	4	19	8	959	9
17	1	894	6	19	9	961	10
17	2	896	9	19	10	963	10
17	3	898	11	19	11	965	10
17	4	901	1	20	0	967	11

Altezza dell'acqua a misura di piede Bolognese.		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*		*Altezza dell'acqua a misura di piede Bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*	
Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once
20	1	969	11	22	9	1032	4
20	2	971	11	22	10	1034	2
20	3	973	11	22	11	1036	1
20	4	975	11	23	0	1037	11
20	5	977	11	23	1	1039	10
20	6	979	11	23	2	1041	8
20	7	981	11	23	3	1043	7
20	8	983	10	23	4	1045	5
20	9	985	10	23	5	1047	4
20	10	987	10	23	6	1049	2
20	11	989	10	23	7	1051	0
21	0	991	10	23	8	1052	11
21	1	993	9	23	9	1054	9
21	2	995	9	23	10	1056	7
21	3	997	8	23	11	1058	5
21	4	999	8	24	0	1060	3
21	5	1001	7	24	1	1062	1
21	6	1003	6	24	2	1063	11
21	7	1005	6	24	3	1065	9
21	8	1007	5	24	4	1067	7
21	9	1009	4	24	5	1069	5
21	10	1011	3	24	6	1071	3
21	11	1013	3	24	7	1073	1
22	0	1015	2	24	8	1074	11
22	1	1017	1	24	9	1076	9
22	2	1019	0	24	10	1078	6
22	3	1020	11	24	11	1080	4
22	4	1022	10	25	0	1082	2
22	5	1024	8	25	1	1083	11
22	6	1026	7	25	2	1085	9
22	7	1028	6	25	3	1087	6
22	8	1030	5	25	4	1089	4

Digitized by Google

Altezza dell'acqua a misura di piede Bolognese.		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*		*Altezza dell'acqua a misura di piede Bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede Bolognese.*	
Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once	Piede	Once
25	5	1091	1	27	9	1140	1
25	6	1092	10	27	10	1141	10
25	7	1094	8	27	11	1143	6
25	8	1096	6	28	0	1145	3
25	9	1098	3	28	1	1146	11
25	10	1100	0	28	2	1148	7
25	11	1101	10	28	3	1150	4
26	0	1103	7	28	4	1152	0
26	1	1105	4	28	5	1153	9
26	2	1107	1	28	6	1155	5
26	3	1108	10	28	7	1157	1
26	4	1110	7	28	8	1158	9
26	5	1112	5	28	9	1160	6
26	6	1114	2	28	10	1162	2
26	7	1115	11	28	11	1163	10
26	8	1117	8	29	0	1165	6
26	9	1119	4	29	1	1167	2
26	10	1121	1	29	2	1168	10
26	11	1122	10	29	3	1170	6
27	0	1124	7	29	4	1172	2
27	1	1126	4	29	5	1173	10
27	2	1128	1	29	6	1175	6
27	3	1129	9	29	7	1177	2
27	4	1131	6	29	8	1178	10
27	5	1133	3	29	9	1850	6
27	6	1134	11	29	10	1852	1
27	7	1136	8	29	11	1853	9
27	8	1138	5	30	0	1855	5

APPENDICE.

Il fondamento della sopraddetta tavola si ha nella Prop. 10. lib. 2. di questo trattato, e dall'esperienza seguente, di cui quivi si fece menzione, e che, mentre queste cose erano sotto il torchio, cioè il dì 7. del corrente Agosto, di nuovo si rifece coll'ajuto di molti miei amici, e favorendomi della sua presenza l'Illustriss. Sig. Conte Girolamo Bentivogli, degnissimo Senatore di questa Città.

Conciossiachè piena una conserva d'acque, vi si adattò una cannella, quale si descrisse nella Prop. 1. del lib. 2., ma che avesse la luce quadra forata in una lametta di metallo, un lato della quale era un quarto d'oncia; ed era posta in tal maniera, che il lato inferiore, ovvero la base della luce fosse e orizzontale, e sommersa sotto la più alta superficie dell'acqua piedi tre, e once undici per l'appunto; sicchè al suo centro soprastassero piedi 3., e once 10., e sette ottavi d'acqua (confondo quì il centro della figura col centro della velocità, essendo differenti insensibilmente). Fermate in tal guisa le cose, nel tempo di 65. vibrazioni, che nel mio oriuolo a molla rispondevano a un minuto d'ora, l'acqua escita dalla suddetta luce, mantenuta sempre la medesima superficie dell'acqua, sbattuto il peso del vaso, fu lib. 32. onc. 10, e ripetuta otto volte questa sperienza sempre senza alcuna variazione, escì la medesima quantità d'acqua. Dipoi pesammo l'acqua contenuta in un vaso di metallo, la cui interna cavità era cubica, e il lato era d'un'oncia per l'appunto; questa pesò in una esatta bilancia un'oncia, e grani 146., cioè grani 786.

Supposte queste cose, le seguenti si fanno manifeste pel calcolo. Divise libbre 32., once 10. d'acqua, cioè once 394., ovvero grani 252160. per 786. grani, peso d'un'oncia cubica d'acqua, ne vengono 320 $\frac{320}{393}$ once cubiche d'acqua uscita nel detto tempo. Laonde quest'acqua ridotta in un prisma retto, la cui base sia un'oncia quadra, avrà di lunghezza, o altezza once 320. $\frac{320}{393}$; e per conseguenza se s'intenda ridotta in un prisma retto, la cui base sia $\frac{1}{4}$ d'oncia, sarà sedici volte più alto, poichè il quadrato d'$\frac{1}{4}$ d'oncia è subsestidecuplo del qua-

drato d' un oncia. Adunque sarà l' altezza del secondo prisma once 5133. $\frac{11}{393}$, cioè piedi 427. once 9. $\frac{11}{393}$, che sarà la velocità media, o lo spazio dovuto alla velocità dell' acqua sotto l' altezza di piedi 3., once 10. $\frac{7}{8}$. Se adunque si faccia come once 46. $\frac{7}{8}$ a once 47., così il quadrato d' once 5133. $\frac{11}{393}$, cioè 26347976. al quadrato 26418237., la sua radice d'once 5140., ovvero piedi 428., once 4., sarà lo spazio dovuto alla velocità sotto l'altezza dell' acqua once 47., ovvero piedi 3., once 11. Nel medesimo modo l' altre velocità per tutte l' altezze espresse nella tavola si trovarono per mezzo di questa sperienza.

Se uno non si fida di questa nostra osservazione, che è la radice di tutta la tavola, o dubiti esser diversa la prontezza, e la fluidità al moto di questa, o di quell' acqua, siccome è diverso il peso, potrà ripetere l' esperienze, e fare la tavola più esatta, e proporzionata a misurare la fluidità della sua acqua, in cui però schiferà il lungo tedio del calcolare, e particolarmente in estrarre le radici quadrate, essendochè dalla nostra tavola possa ciascuno mutare per la sola regola delle proporzioni gli spazj dovuti alle velocità secondo la propria esperienza. A noi frattanto servirà l' aver accennato il modo, col quale si possono far manifesti questi spazj, e d'avere dalle nostre esperienze formatane la tavola, che noi non abbiamo tirata avanti oltre la profondità di piedi 30., perchè di rado i fiumi passano questa altezza, almeno nella nostra Europa; anzi se si debba aggiungere la sola velocità alla velocità del centro, potrà servire ne' canali orizzontali, e in quelli, che sono ad essi simiglianti fino all'altezza di piedi 67. $\frac{1}{2}$ d'acqua.

L' uso adunque della tavola è questo. Ogni volta che si cerca lo spazio dovuto alla velocità, si trovi l'altezza dell'acqua nella colonna sinistra, e nella colonna addirimpetto si vedrà lo spazio, che l'aqua scorrerà nello spazio d' un minuto d'ora, di cui uno si debbe servire, come sopra si disse in varj luoghi, e particolarmente nelle regola generale.

E se non si trova l' altezza precisa dell'acqua senza errore sensibile, si debbe trovare la parte proporzionale competente all'eccesso, o al mancamento per la regola delle proporzioni, e deesi sommare, o sottrarre dal maggiore, o dal minore spazio trovato nella tavola, secondo che l' altezza ritrovata supera quella della tavola, o di essa è minore, come si suol fare nella tavola de' seni, e in altre simili. Per

Digitized by Google

Per far manifeſto tutto ciò coll' eſempio, ſommeremo tre di queſti tali, che potranno eſſere in luogo di precetti, ſiccome li diſtinguemmo in precetti. Il primo in un canale inclinato: il ſecondo in un canale orizzontale; l'uno, e l'altro ſecondo che richieggono le apportate dimoſtrazioni: e il terzo ſecondo il metodo della regola generale, acciocchè in tutti i caſi ſi vegga chiaro l'uſo della tavola, e la noſtra pratica di miſurar l'acque.

ESEMPIO I.

Nel Canale inclinato.

Sia il canale inclinato A B, la cui acqua ſi debba miſurare nella ſezione B, e ſia l'altezza dell'acqua B C 10. piedi, la larghezza della ſezione piedi 50., e la velocità di B a C come 4. a 1. *Fig. 17.*

I. Si trovi l'altezza dell'aſſe B D, cioè fatti i quadrati delle velocità 4., e 1., cioè *16.*, e 1., e trovata la loro differenza 15., ſi faccia come 15. al quadrato della minor velocità 1., così 10. a $\frac{2}{3}$, ſarà D C $\frac{2}{3}$ di piede, ovvero once 8., e tutta la B D piedi 10., once 8.

II. Si trovi il comp'eſſo delle velocità, cioè lo ſpazio parabolico B C H E; moltiplicando B D di piedi 10., e once 8., cioè once 128. con $\frac{1}{3}$ della velocità B E 4. (ovvero colla miſura de' piedi once 48.) cioè once 32., verrà il prodotto *4096.*; ſimilmente ſi moltiplichi $\frac{2}{3}$ della velocità C F di piedi 1., ovvero once 8. in D C once 8., e il prodotto *64.* ſi ſottragga da *4096.*, ſarà la differenza 4032. lo ſpazio parabolico B C H E.

III. Si trovi la velocità media K G, dividendo lo ſpazio B C H E 4032. per l'altezza B C di piedi 10., cioè once 120.; e il quoziente once 33. $\frac{3}{5}$, ovvero aſtrattamente piedi 2., e $\frac{4}{5}$, ſarà la velocità media ricercata.

IV. Si trovi l'aſſe D K, facendo come il quadrato della velocità maſſima B E 4., cioè *16.*, al quadrato della velocità media trovata ultimamente 2. $\frac{4}{5}$, cioè 7. $\frac{21}{25}$, così tutto l'aſſe B D di piedi 10., once 8. alla proporzione dell'aſſe D K di piedi 5., once 2. $\frac{8}{25}$; ſarà K centro della velocità.

V. Si

Fig. 19. V. Si trovi K H, altezza dell' acqua fopra il centro della velocità, o più tosto la fcefa perpendicolare del medefimo centro K, ovvero H, rifolvendo il triangolo rettangolo K D H, in cui l' ipotenufa D H è piedi 5., once 2. $\frac{18}{25}$, e l' angolo dell' inclinazione D H K fi fuppone v. gr. gradi 2.; e ne verrà il lato ricercato K H piedi 5., once 2. $\frac{53261}{78125}$

VI. Si vada alla tavola degli fpazj pofta fopra ec., e fi trovi lo fpazio dovuto alla velocità dell'altezza di piedi 5., once 2. $\frac{53261}{78125}$; e perchè per l'altezza di piedi 5., once 2. lo fpazio è piedi 491., once 11., e per piedi 5., once 3. piedi 495., once 11., la differenza farà piedi 4., e la parte proporzionale per $\frac{53261}{78125}$ farà piedi 2., once 8., che aggiunti a piedi 491., once 11., faranno la fomma di piedi 494., once 7. $\frac{56528}{78125}$, che farà lo fpazio dovuto alla velocità fotto l' altezza, o fcefa di piedi 5., once 2. $\frac{53261}{78125}$.

VII. Si faccia l' area della fezione, moltiplicando l' altezza di piedi 10. nella larghezza di piedi 50., che farà 500. piedi quadri.

VIII. Finalmente fi moltiplichi queft' area con piedi 494., once 7. $\frac{56528}{78125}$, e il prodotto 247321. farà il numero de' piedi cubici dell' acqua, che paffano per la data fezione in un minuto di tempo.

ESEMPIO II.

In un canale puramente orizzontale.

IL calcolo della mifura dell' acque correnti in un canale puramente orizzontale è facilissimo, come quello, che moftra pianamente l' invenzione del centro della velocità, e dell' altezza dell' acqua fopra effo, intorno alle quali due cofe, come intorno a due poli, fi raggira la mifura dell' acque. Tuttavia per dar un efempio, e i precetti anco di quefta mifura, fupporremo i feguenti dati.

Riferifce l' eruditiffimo Gio: Botero nella relazione, ch' ei fa del mare, inferita ne' fuoi opufcoli, cercando quanta acqua fcarichi nel Mar-Maggiore nello fpazio d' un anno il Danubio, riferifce, dico, che la fua maffima larghezza s' eftende a un miglio, o fecondo la mifura Bolognefe, a piedi 5000., e che ha di profondità 8., o 10. braccia (poniamo fecondo la medietà aritmetica braccia 9., che ridotte alla mede-

Digitized by Google

medesima misura, son 15. piedi) e di velocità almeno tre miglia all' ora. Dal che conclude, che in un anno scarica in mare un prisma d' acqua, la cui base è l' area della sezione, e la lunghezza 26352. miglia, ovvero se poniamo 9. braccia d' altezza, come sopra, corrispondenti a piedi 15., sicchè l' area della sezione sia piedi 75000., perchè la lunghezza delle dette miglia 26352. è piedi 131760000., si troverà l' acqua d' un anno esser piedi cubici 9882000000000.: veggiamo adunque se il calcolo del Botero corrisponda al seguente, fatto giusta il nostro metodo dimostrato di sopra.

Supponiamo, che il Danubio abbia la sua massima larghezza non lungi dal mare, e per conseguenza, per lo suo lunghissimo corso, in sito orizzontale, o quasi orizzontale; talchè la declività dell' alveo, se pur v' è, non impedisca, che e' non si possa pigliare per orizzontale; e da' sopraddetti dati:

I. Si trovi il centro della velocità, pigliando cioè $\frac{4}{9}$ de' piedi 15., e saranno piedi 6. $\frac{2}{3}$, ovvero piedi 6., once 8., e altro e tanto sarà sommerso il centro della velocità L sotto la superficie dell' acqua. Fig. 18.

II. Si trovi nella Tavola degli spazj ec. all' altezza di piedi 6., once 8. lo spazio dovuto alla velocità, che sarà piedi 558., once 10.

III. Si faccia l' area della sezione moltiplicando D E di piedi 5000. con D C di piedi 15. d' altezza, e ne verranno piedi 75000.

IV. Quest' area si moltiplichi con piedi 558., once 10., e ne verrà 41912500. numero di piedi cubici, che scorrono nel Danubio in un minuto d' ora.

Se il detto numero 41912500. si moltiplichi per 60. minuti, di cui si compone un' ora, ne verranno 2514750000., e se di nuovo questo si moltiplichi per ore 24. d' un giorno, ne risultano piedi cubici 60354000000., e se questi di nuovo si moltiplichino per 366. giorni dell' anno (come appresso il Botero) ne verranno piedi cubici d' acqua 22089564000000. scaricati dal Danubio nel mare in un anno; il doppio più di quello, che ne raccoglie il Botero considerata la sola velocità della superficie.

ESEM-

Digitized by Google

ESEMPIO III.

In qualunque canale giuſta il metodo della regola generale del Lib. IV.

Sia qualunque canale orizzontale, o inclinato, la cui acqua corrente per una ſezione proporzionata ſi debba miſurare.

Adattate tutte le coſe, che dicemmo nella regola generale eſſer neceſſarie a queſta operazione, e calata la cateratta ſotto la ſuperficie dell' acqua, dopo che l' acqua avrà acquiſtata l' altezza permanente, ſi ſupponga, la profondità dell' acqua oſſervata dalla ſuperficie al fondo del regolatore eſſere piedi 10, e dal fondo del regolatore alla prima parte della cateratta piedi 8., once 4., la larghezza della ſezione piedi 20., e l' inclinazione del canale gradi 5., ſopra i quali fondamenti:

I. Si trovi la proporzione delle velocità del fondo, e della ſuperficie, cioè di B, ed F, cioè ſupponendo, che la velocità B H ſia 9. per la regola delle proporzioni, ſi faccia come K B diſtanza della ſuperficie dell' acqua dal fondo del regolatore di piedi 10., e d' once 120., ad F B diſtanza del fondo del regolatore dall' ima parte della cateratta di piedi 8., once 4., ovvero once 100., così il quadrato della velocità del fondo *6.*, cioè *36.*, al quadrato della velocità della ſuperficie 30., la cui radice 5. $\frac{1}{2}$, e' ſarà la proporzione dell' una, e dell' altra velocità B H, F I quella di *6.* a 5. $\frac{1}{2}$

II. Si trovi il compleſſo delle velocità dell' acqua corrente ſotto la cateratta per la ſezione, o per la luce E B, ovvero lo ſpazio parabolico B F I H, moltiplicando $\frac{2}{3}$ della maſſima velocità BH *6.*, cioè 4., coll' altezza B K d' once 120., e ſarà il prodotto 480. l' area della parabola B K H; e ſimilmente moltiplicando $\frac{2}{3}$ della velocità K F 5. $\frac{1}{2}$, cioè 3. $\frac{2}{3}$, coll' altezza F B di once 20., il prodotto 73 $\frac{1}{3}$ ſarà l' area della parabola K F I, la differenza delle quali parabole 40*6*. $\frac{2}{3}$ ſarà lo ſpazio parabolico B F I H, che ſi cercava.

III. Queſto ſpazio parabolico trovato 40*6*. $\frac{2}{3}$ ſi divida per B F d' once 100., e ne verrà il quoziente 4. $\frac{1}{15}$ per la velocità media M N.

IV. Per

Digitized by Google

IV. Per trovare il centro della velocità si faccia come il quadrato della massima velocità B H, cioè 36., al quadrato della velocità media M N trovata in ultimo luogo 16. $\frac{121}{125}$, così l'asse K B d'once 120. alla porzione dell'asse, o all'altezza K M d'once 55. $\frac{17}{135}$, ovvero di piedi 4., once 7. $\frac{17}{135}$, luogo, ovvero centro della velocità media M tanto appunto sommerso sotto la superficie dell'acqua.

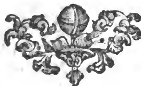
Se il canale sia orizzontale, ovvero se la sponda del regolatore sia perpendicolare e al piano del fondo del canale, e insieme all'orizzontale, si dee tosto passare al sesto precetto, e servirsi dell'altezza predetta per trovare nella tavola lo spazio ec.; ma se sia inclinato,

V. Conciossiachè si suppone l'angolo dell'inclinazione del canale gradi 5., si trovi l'altezza dell'acqua sopra il centro della velocità, risolvendo il triangolo K H D, in cui è data l'ipotenusa H D di piedi 4., once 7. $\frac{17}{135}$, e oltre l'angolo retto K, anco l'angolo H di gr. 5., e ne verrà il lato K H di piedi 4. once 6. $\frac{6182299}{6750000}$, ovvero l'altezza dell'acqua sopra il centro della velocità.

VI. Nella tavola degli spazj ec. si trovi lo spazio dovuto alla velocità, secondo la trovata altezza di piedi 4., e once 6. $\frac{6182299}{6750000}$, che, aggiunta la parte proporzionale, sarà piedi 462., once 11. $\frac{4797249}{6750000}$

VII. Si faccia l'area della sezione di piedi 166. $\frac{2}{3}$

VIII. E in fine si moltiplichi l'area della sezione 166. $\frac{2}{3}$ collo spazio ec. ritrovato di piedi 462., once 11. $\frac{4797249}{6750000}$, e il prodotto 77162. once 421. mostrerà il numero de' piedi cubici d'acqua, che scorrono pel dato canale nel detto tempo di un minuto.



Digitized by Google

Digitized by Google

TRE LETTERE IDROSTATICHE

DI

DOMENICO GUGLIELMINI

MEDICO, E MATEMATICO BOLOGNESE.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA PRIMA

SCRITTA

DA DOMENICO GUGLIELMINI

A

GOFFREDO GUGLIELMO LEIBNITZIO

CONSIGLIERE, E MATEMATICO DEL SERENISSIMO DUCA D' HANNOVER.



Ppena nel passato mese d' Agosto aveva posti alle stampe i miei tre ultimi libri della misura dell' acque, che avendone inviato in Firenze al Sig. Antonio Magliabechi nostro comune amico un esemplare, acciocchè lo mandasse per la prima occasione a voi, vengo dal medesimo avvisato e della vostra attenzione verso la mia persona, e che Dionisio Papino uomo chiarissimo aveva inserito negli Atti di Lipsia, come voi stesso accennaste, alcune obbiezioni contro le mie dimostrazioni della misura dell' acque. Confesso, che essendomi già da gran tempo nota la fama di questo dottissimo uomo, e sapendo quale fosse la sua perizia nelle scienze matematiche, subito ho dubitato, che nelle mie dimostrazioni potesse essere scappato qualche errore; imperocchè non ho mai avuto tanto ardire di credere per infallibili le mie opinioni; onde non avendo ancora nelle mani le sue obbiezioni, mi sono posto a considerare, e a riconsiderare di nuovo attentissimamente tutte le mie dimostrazioni, senza frutto però, non avendovi trovato alcun errore. Impaziente adunque andava cercando da per tutto in Città, e fuori gli Atti di Lipsia, i quali finalmente nel passato Novembre mi furon dati dal Padre Maestro Gaudenzio Roberti dopo il suo arrivo da Parma; e avendo ne' medesimi letta la relazione della mia operetta inserita nel mese di Febbrajo, nel primo poi di Maggio vi trovai le osservazioni del Sig. Papino

ap-

Digitized by Google

appartenenti all' Idraulica, e in quelle ho scoperto, che la mia Proposizione seconda della Misura dell' Acque correnti, stampata l'anno 1690. viene piuttosto dall' Autore cortesemente esaminata, che impugnata; perchè la mia opinione a prima vista gli pareva, che fosse contraria ad una Proposizione da lui inserita nell' anno 1690 negli stessi Atti de' Letterati, la quale per questo s' impegna di dimostrare in queste osservazioni.

Mi sono tutto rallegrato, quando ho veduto la sua Proposizione senza dubbio dimostrata non toglier punto alle mie dimostrazioni, ed esso chiedere solamente, che se gli levi questo dubbio, il quale levato, approverà tutte le mie cose come dimostrate.

Acciocchè adunque dalla parte mia, per quanto posso, mi assicuri di aver soddisfatto a questo dottissimo uomo, dimando a voi il vostro parere, come quello, che da tutti siete meritamente annoverato tra li più celebri Matematici de' nostri tempi. Imperciocchè in questa lettera, la quale per mezzo dell' eruditissimo Sig. Magliabechi vi sarà fatta consegnare, voi troverete tutte quelle cose, che mi son parute a proposito per annichilare le obbiezioni, e tor via tutti i dubbj. Se voi li stimerete tali, che possano indurre l' animo del Sig. Papino a non più vacillare circa le mie opinioni, procurate di farne capitar al medesimo, o agli eruditissimi Autori degli Atti di Lipsia un esemplare, supplicandoli a nome mio, che nel medesimo Libro, dove ci sono le obbiezioni, soggiungano le risposte.

Ma per non trattenervi di vantaggio, contentatevi, che io vi riferisca quì parola per parola le osservazioni Papiniane impresse negli Atti dell' anno 1691. nel mese di Maggio a carte 208. 209. 210., notate tutte con i suoi numeri, a' quali s' avranno da riportare le mie risposte; e sono tali.

Al-

Digitized by Google

Alcune osservazioni di Dionisio Papino circa le materie appartenenti all' Idraulica inserite nel mese di Febbrajo di quest' anno.

Negli Atti degli Eruditi l' anno 1691. nel mese di Febbrajo pag. 74. si porta la dimostrazione, con la quale il celebre Domenico Guglielmini, Autore del Libro della Misura dell' Acque correnti, si sforza di provare, che l' acqua, che corre per qualche sezione di un canale inclinato, abbia la stessa velocità, che se corresse da un vaso d' imboccatura simile, ed eguale alla sezione, ed altrettanto remota dalla superficie superiore dell' acqua, quanto la sezione si allontana dalla linea orizzontale tirata pel capo dell' alveo. *Parendo, che questa Proposizione a prima vista abbatta quello, che io l' anno 1690. nel mese di Maggio ho riportato negli Atti degli Eruditi a cart. 225., acciocchè quest' apparente opposizione non lasci sospesi gli animi de' Lettori, stimo cosa opportuna il portare quì una dimostrazione di quello, che ivi aveva semplicemente asserito, e insiememente dimostrerò mancare qualche cosa in quel gran Libro, sperando, che possa essere una volta riportata dall' Autore, acciocchè per l' avvenire i Lettori non abbiano niente da dubitare. La mia Proposizione adunque, come dal luogo citato facilmente si deduce, è questa*: l' acqua corrente per un tubo uniforme (1) sempre pieno, ed aperto dall' una all' altra parte, si move colla metà della velocità di quella, che correrebbe da un vaso per un' apertura simile, ed eguale al diametro del tubo, altrettanto remota dalla superficie dell' acqua, quanto l' apertura inferiore, o sia sezione del tubo si allontana dalla linea orizzontale tirata per la bocca superiore dello stesso tubo.

Sia ex. gr. il tubo uniforme E F aperto da tutte le parti, il quale unendosi col fondo del vaso A B C D, e penetrandolo, non lo trapassi: il vaso sia così pieno d' acqua, che lo stesso tubo (2) sia da essa continuamente coperto, e si riempia; e per la sommità del tubo si tirino le orizzontali sopra la superficie dell' acqua, conservandosi sempre la medesima altezza. Inoltre vi sia un' apertura G nel fondo dello Fig. 1. Tav. 1.

stes-

ſteſſo vaſo poſto orizzontalmente ſimile, ed eguale al diametro del tubo E F. *Dico, che la velocità per detto tubo è ſubdupla della velocità dell' acqua, che eſce pel buco* G; *imperocchè è coſa certiſſima, che l' acqua diſcende con egual velocità per tutta la lunghezza del tubo* E F (3), *mentre le parti inferiori non poſſono diſcendere, ſe lo ſpazio laſciato non viene riempito nel medeſimo tempo dalle parti ſuperiori. Di quì ne viene* (4), *che l' acqua uſcita, ſe ſi moverà orizzontalmente* (5) *colla velocità acquiſtata nel diſcendere in tempo eguale, paſſerà tanto ſpazio, quanto ne paſſa col diſcendere, eſſendo l' uno, e l' altro moto uniforme, ed equiveloce. Ma il Galileo* (6) *ha dimoſtrato, che i gravi colla celerità acquiſtata nel diſcendere devono orizzontalmente paſſare il doppio dello ſpazio, che diſcendendo paſſarono in tempo eguale. Adunque la velocità dell' acqua per* E *è ſolamente la metà di quella, che il grave acquiſterebbe mentre diſcendeſſe dalla medeſima altezza; e perciò ſarà ancora la metà della velocità dell' acqua per* G, *eſſendo manifeſto, che la velocità dell' acqua pel buco* G *è eguale alla celerità acquiſtata dal grave nel ſuo diſcendere dalla propoſta altezza; adunque ec.*

Queſta medeſima verità ſi potrebbe dimoſtrare per mezzo del numero dell' impreſſioni ricevute dalla gravità, conſiderata la quantità della materia, che ſi è moſſa; ma queſto lo paſſerò ſotto ſilenzio, per non eſſere troppo lungo; tanto più che la dimoſtrazione di ſopra portata non può eſſer negata da alcuno, per via della quale rimane provato (7), *che i fluidi non ſeguitan ſempre le medeſime leggi dimoſtrate dal Galileo circa i gravi deſcendenti, come anco è falſo il fondamento, nel quale ſi appoggia la dimoſtrazione del famoſo Guglielmini.*

Confeſſo però (8), *che il caſo propoſto da queſto eccellente Uomo differiſce qualche poco dal noſtro; perchè io ſuppongo il tubo ſempre pieno, ed aperto ſolamente in due eſtremi, ed egli un canale, che non ſolamente ſia aperto da due parti, per ricevere, e buttare l' acqua, ma ancora ſia ſcoperto per tutta la ſua lunghezza, e in ſe ammetta l'aria: benchè queſta diſparità di caſi non ſi poſſa negare, ad ogni modo ci rima-*

rimane (9) un' assai grande convenienza cavata dalla natura de' fluidi; così che non possa veramente ammettersi l'opinione di questo eruditissimo Uomo (10), essendo le parti superiori nel canale sempre diversamente agitate per la diversa velocità delle parti inferiori. Questo non succede ne' gravi, della discesa de' quali ha già trattato il Galileo (11), ed acciò la cosa si conosca più chiaramente, si guardi la Figura seconda, nella quale si suppone A B esser il fondo del canale eguale per tutta la lunghezza, i di cui lati assieme col fondo facciano angoli retti, e sia la lunghezza A B divisa in quattro parti eguali ne' punti C, D, F: è manifesto, che il grave discendente per lo piano A B acquisterà in B una velocità doppia di quella, che aveva acquistata in C. Adunque se l'acqua seguitasse le medesime leggi, dovrebbe nel punto B riempiere nel canale una mezza parte solamente di quella, che riempiva in C; e la ragione è chiara; perchè correndo la medesima quantità d'acqua nello stesso tempo per tutta la lunghezza del canale, la di lui altezza deve essere tanto minore, quanto maggiore è la velocità, acciò la lunghezza della colonna aquea, che passa in B, resti compensata dalla crassezza di quella, che corre in C; e perciò se l'acqua in C riempie il canale insino ad E, quando sarà pervenuta in B, arriverà solamente fino a G, supponendosi B G subdupla della stessa C E. Si fa adunque chiaro, che l'acqua, che sta in E, non discenderà per lo piano E H parallelo all'altro C B; il che dovrebbe seguire secondo le leggi dimostrate dal Galileo; ma bensì discenderà per un piano molto più inclinato: anzi quell' inclinazione non è eguale per tutta la lunghezza del canale; ma quanto più ci accostiamo alla cima, tanto maggiore diventa l'aumento della velocità, data un' incerta lunghezza del canale. Mi pare adunque, che il nostro ingegnosissimo Autore (12) abbia errato in questo, cioè abbia stimato doversi discorrere nella medesima maniera circa i fluidi descendenti, come circa i gravi supposti dal Galileo; e perciò a rendere l'opera compita gli resta solo da cercare (13) quale sia la linea E G, secondo la quale la superficie dell' acqua corrente dee declinare nel canale. Da quì facilmente comprenderemo quanta sia l'area dell' acqua in qualunque luogo si faccia la sezione, e da diverse aree di diversi segamenti si raccoglieranno di-

Fig. 2. Tav. 1.

verse velocità ne' medesimi luoghi. Tutto questo mio pensiero sicuramente credo, che sarà ricevuto in buona parte da quell' Uomo eccellentissimo.

Adunque dalle apportate osservazioni del Signor Papino chiaramente si conosce, che noi disconveniamo in questo, che egli pretende, che sia falsa la mia Proposizione, colla quale stabilisco, che *l' acqua, che corre per qualche sezione d' un canale inclinato, abbia la medesima velocità, che avrebbe, se corresse da un vaso per un' apertura simile, ed eguale alla sezione, altrettanto remota dalla superficie dell' acqua, quanto la sezione dalla linea orizzontale tirata per lo capo dell' alveo;* al contrario poi esser vera la sua asserzione, nella quale dice, *l' acqua corrente per un tubo uniforme sempre pieno, ed aperto dall' una, e l' altra parte, muoversi colla metà della velocità di quella, che correrebbe da un vaso per un buco simile, ed eguale al diametro del tubo, altrettanto remoto dalla superficie dell'acqua, quanto l' apertura inferiore, o sia segamento del tubo dalla linea orizzontale tirata per la sommità del tubo.* E per levare ogni occasione di contraddizione, dimostrerò in primo luogo, che la Proposizione del Signor Papino poteva stare colla mia, essendo differenti le supposizioni dell' uno, e dell' altro; e secondariamente farò palese l' errore, e la falsità della detta Proposizione; in terzo luogo renderò manifesta la vera proporzione della velocità nel tubo alla velocità di qualunque sezione nel fondo del vaso, senza avere per altro riguardo alla similitudine, e dissimilitudine della sezione del tubo, e dell' apertura inferiore del vaso, non potendo questa in alcuna maniera variare la proporzione della velocità.

Primieramente suppone l' insigne Papino, che (n. 1.) l' acqua del tubo F E corra in tal maniera, che riempia sempre la di lui cavità; dal che per via del Corollario II. Proposizione V. Libro I. della mia Misura dell' Acque correnti si deduce esser equabile la velocità dell'acqua pel tubo. Ma siccome l' acqua istigata solamente dalla sua natural gravità va all' ingiù con moto accelerato, è evidente, che l' equabile velocità del tubo nell' acqua differisce necessariamente dalla natura, e conseguentemente è supposta tale Proposizione dal Signor Papino, ma non già da me nel mio Trattato, perchè la suppongo libera, e sciolta da

tutti

Digitized by Google

tutti gl' impedimenti, come apertamente accennai nella prima Definizione del Libro I., ed è tale; *Per nome d'acqua corrente intendo quella, che a cagione solamente della propria gravità passa per i letti de' fiumi, o de' canali, e pende verso il centro de' gravi;* e nel primo assioma escludo gl' impedimenti *del contatto, unione, e tutti gli altri esterni*. Se la Proposizione adunque del Signor Papino suppone alterato il momento dell'accelerazione, e la mia, libero, è manifesto, che non sono contrarie tra di loro, e che possono essere l'una, e l'altra vera in diverse proporzioni. Ma (n. 8.) conosce egli ancora la disparità de' casi; perciò non mi tratterrò più lungamente in questo, ma passerò ad esaminare la dimostrazione della stessa Proposizione.

Supplico l'erudito Oppositore a ricevere in buona parte i miei dubbj, i quali riporrò quì, acciocchè, se qualcheduno sostenesse mordacemente l'asserita grandissima convenienza (al n. 9.) dedotta dalla natura de' fluidi tra l'una, e l'altra Proposizione, conosca, che non essendo abbastanza dimostrata l'opinione del Signor Papino, nulla questa può nuocere alla mia dimostrazione. Non perciò niego, che l'acqua (n. 3.) discenda con equabile velocità per lo tubo E F sempre pieno; imperocchè questo medesimo poco fa l'ho dimostrato; ma soggiungo bene, che ciò accade per la resistenza dell'aria verso l'orifizio E, e nella medesima maniera, che s'alza il flusso dell'acqua ne' sifoni attraenti di due braccia, se essi sono eguali; perchè essendo disuguali, si fa il corso più veloce per lo braccio, che attrae, se esso è più lungo dell'altro, restando per altro sempre piena la di lui cavità per diverse circostanze. Conforme io provo (n. 4.), *che l'acqua escita dall'apertura E, se continuerà a muoversi orizzontalmente colla velocità acquistata in tempo eguale nel suo discendere, passerà altrettanto spazio, quanto ne passò discendendo;* non provo già (n. 5.), *che continui a muoversi colla velocità acquistata nel discendere;* mentre supponendosi, che l'acqua si muova uniformemente nel tubo E F, non si farà mai alcun accrescimento di velocità, ma in F riterrà quella, che aveva in E, e la medesima conserverà ancora, se si muoverà orizzontalmente. Dopo questo (n. 6.) soggiunse: *il Galileo ha dimostrato, che i gravi colla velocità acquistata nel discendere in tempo eguale devono correre orizzontalmen-*

te il doppio dello ſpazio, che hanno paſſato diſcendendo: adunque la velocità dell'acqua per E ec. Quì sì che dimanderei volentieri al Signor Papino per qual ragione mi porti le Propoſizioni del Galileo, parlando del moto de' fluidi, quando mi oppone (n. 7.), che *i fluidi non ſeguitano ſempre le medeſime leggi dimoſtrate dal Galileo ne' gravi, che diſcendono;* e più a baſſo (n. 12.) dice, che io *ho sbagliato, per aver creduto doverſi diſcorrere nella medeſima maniera de' fluidi deſcendenti, che de' gravi ſuppoſti dal Galileo.* Imperciocchè, ſe ſi ha da diſcorrere diverſamente de' fluidi gravi, e de' ſolidi, che diſcendono, e ſe i fluidi non ſeguitan ſempre le leggi de' ſolidi, che vanno all'ingiù, mal fa egli a ſervirſi delle Propoſizioni del Galileo per ſoſtenere la ſua dimoſtrazione, la quale ſecondo il ſuo iſteſſo parere ſarà di niun momento, ſe prima non dimoſtrerà, che queſta conviene colle leggi de' fluidi; coſa difficile da farſi, quando (com'egli ſteſſo ſuppone) queſte leggi dell'accelerazione ſi adempiſcono perfettamente nella diſceſa de' gravi liberi, e non in quella de' gravi imbrogliati, ed incalzati. Ma con tutto ciò concediamo, che ſi poſſano applicare le Propoſizioni del Galileo a qualunque ſorta de' gravi, che liberamente cadono; ſiccome poi dimoſtrerò, che veramente ſi può fare, ſenza errore alcuno, purchè ſi oſſervino le ſuppoſizioni, e gl'iſteſſi termini. So, che il Galileo ha dimoſtrato la ſopraddetta Propoſizione *nello Scolio della Propoſizione XXIII. del moto accel.*; ma il ſentimento è, che ſe il grave con velocità accelerata caſca da A in B, così che in B abbia la maggiore velocità, e
Fig. 3. Tav. 1. da B, mantenendo lo ſteſſo grado di velocità, ſi muova uniformemente per B C, lo ſpazio B C paſſato in tempo eguale alla diſceſa ſarà doppio di quella; e queſto perchè nella prima Propoſizione dimoſtra, che la velocità maſſima acquiſtata in B è doppia della velocità, che avrebbe avuto il mobile, ſe movendoſi da A, gli foſſe convenuto paſſare tutto quello ſpazio con moto uniforme nello ſteſſo tempo, che viene corſo da uno, che ſi muove di moto accelerato. Come poi ſi poſſa applicare queſta Propoſizione al caſo, del quale preſentemente ſi diſcorre, io non lo ſo, e forſe non vi ſarà alcuno, che lo ſappia. Imperocchè, acciò poteſſe aver luogo, biſognerebbe dimoſtrare, che il moto per F E è accelerato, come ſuppone il Galileo; coſa contraria affatto al ſuppoſto
della

della Proposizione, che ricerca il moto equabile; ed allora poi si sarebbe potuto argomentare, che la velocità in E, o G è doppia di quella velocità, colla quale l'acqua da F in E sarebbe calata uniformemente *nel medesimo tempo*, che si consumerebbe, se con moto accelerato da F discendesse in E; ma se poi questa celerità uniforme sia la stessa velocità E, ha seco la medesima difficoltà, che la Proposizione, la quale si pensa di dimostrare; imperciocchè non basta, che il moto sia uniforme per tutto il tubo F E, acciò sia fatto in egual tempo del moto accelerato da F in E; altrimenti, come da se è manifesto, non si distinguerebbero i diversi gradi di velocità tra diverse velocità uniformi. Laonde il primo errore in questa dimostrazione è, che il letterato Autore suppone il moto dell'acqua pel tubo F E uniforme, ed insiememente accelerato; il che è impossibile; il secondo, che suppone quello, che si ha da provare, cioè che il grado della velocità equabile per F E è sudduplo del grado massimo in E acquistato coll'accelerazione, o perchè non ha distinti i gradi de' moti equabili, come sarebbe stato necessario. Fig. 1. Tav. 1.

Ma per rendere la pariglia al gentilissimo, e cordialissimo Censore, mi sia lecito di avvertire, che la sua Proposizione ne' termini, ne' quali è portata, non aggiuntavi altra condizione, è impossibile; mentre pretende (n. 2.), che la sommità del tubo F si trovi nello stesso piano della superficie dell'acqua, e che il tubo F E sia sempre pieno; le quali cose non possono star insieme, perchè l'aria, deprimendo la superficie dell'acqua in F, necessariamente subentrerà nel tubo, non potendo un sottilissimo velo dell'acqua, o sia quasi punto acqueo, resistere alla pressione dell'aria in F; e perciò il tubo non potrà sempre essere pieno di acqua, come si suppone. Al contrario poi, volendosi salvare la supposizione del tubo pieno, bisognerà abbassare l'apertura F sotto la superficie dell'acqua, e così (n. 2.) *le orizzontali tirate per la sommità del tubo non saranno nella superficie dell'acqua*, come viene supposto, per determinare la velocità in E. Nè si può rispondere essere la Proposizione astratta, e per così dire, dimostrabile nel vacuo, come si suol fare da' Matematici; perchè supponendosi il tubo sempre pieno, questo non si può ottenere senza l'impedimento dell'aria in E, la quale o per l'ampiezza del tubo, o per qualche altra cagione potendo nell'istesso penetrare,

Digitized by Google

trare, va subito per terra la supposta pienezza del tubo, e conseguentemente l'uniformità del moto. Neppure si può prescindere da quest'aria in F, e ammetterla in E, perchè il moto non sarebbe all'ingiù da F in E, ma all'insù da E in F; e se poi si prescindesse in E, e si ammettesse l'aria solamente in F, per doppia ragione allora si torrebbe al tubo la supposta pienezza tanto per il levato impedimento all'apertura E, quanto anche a ragione di una più forte pressione dalla parte F, come chiaramente si conosce dalle leggi Idrostatiche, ed Aereostatiche.

Si potrebbe per altro evitare la predetta impossibilità, e supplire al mancamento con l'aggiunta d'una condizione, la quale forse è stata a bella posta tralasciata, cioè che il vaso A B C D nella parte superiore sia turato nello stesso piano dell'acqua da una laminetta A D; e perchè in questo modo non s'impedisca il flusso dell'acqua, e vi sia sempre la necessaria quantità sufficiente a mantenerlo, si potrebbe conservare il vaso sempre pieno da qualche fistola Q R S, che fosse congiunta lateralmente, e comunicasse con esso, aperta nella parte superiore, e nello stesso piano A D, avvertendo però di tenerla sempre piena nel tempo, che segue il flusso per F E.

Solamente adunque noto, che nella Proposizione si chieggono alcune cose superflue, pretendendosi l'orifizio G simile, ed eguale al diametro del tubo (meglio alla sezione, che passasse per l'asse del tubo), ancorchè la velocità non dipenda dalla grandezza della sezione G, o del buco E, ma dall'altezza dell'acqua, la quale restando la medesima, la velocità anche rimane l'istessa in qualsivoglia punto dell'apertura G, o maggiore, o minore che sia, purchè ei sia orizzontale, come si dee supporre. S'inganna adunque malamente il Signor Papino, quando crede d'aver dimostrata la sua Proposizione, e d'avere abbattuta la mia, che col Galileo suppone il moto dell'acqua, come grave, essere accelerato, ed essere accelerato colla stessa proporzione, che dimostra quel grand' uomo.

III. Ma per rimuovere tutti i dubbj dimostrerò, che la velocità E è eguale alla velocità G, benchè il cannello E F sia sempre pieno, come dal Signor Papino si suppone; e da questo conosceremo la mirabile costanza della natura, la quale essendo sempre uniforme, opera

anche

anche sempre secondo le medesime già stabilite leggi. Ma avanti di proporre la predetta dimostrazione,

Suppongo in primo luogo quello, che da nessuno può esser negato, cioè che l'aria egualmente prema nell'uno, e nell'altro orifizio F, E, perchè la differenza, che v'è tra l'altezza dell'aria sopra F, e sopra E, è tanto piccola, che da' Matematici in casi di questa sorta è giustamente disprezzata; ma pure se vi sarà ancora qualcheduno, che ne voglia far conto, dalla mia dimostrazione facilmente ne avrà il modo di poterla computare.

Secondariamente suppongo, che la pression dell'aria è limitata, e che a questa ancora nella bilancia naturale, volendoci noi servire della frase del celebre Sinclario, o nel barometro Torricelliano, vi si trova l'equivalente negli altri corpi fluidi, cioè nel mercurio, acqua, olio, spirito di vino ec.; i quali tutti conforme la loro specifica gravità, si equilibrano ad una certa altezza col peso dell'aria; dall'esperienze essendo noi stati ammaestrati, che tutto il peso dell'aria viene equilibrato da 33. piedi d'acqua, che vengono sollevati a quell'altezza nel tubo del famoso Torricelli.

In terzo luogo finalmente suppongo, che il moto si faccia dalla potenza, e che venga impedito dalla resistenza, senza fare alcuna differenza tra le potenze, che procedono da diversi corpi; e perciò qualunque sia il corpo, che muove, e resiste, non si varia il moto, e in vece d'uno si può sostituire un altro corpo; purchè omologamente in essi siano le potenze, e resistenze eguali, come spessissimo si fa da' meccanici, i quali consideran la potenza in se, ma non già il corpo, che ha tal potenza.

Ma già, come si propose, portiamo la nostra dimostrazione; e perchè l'aria preme contro l'orifizio E, s'intenda il cannello F E rivolto verso C, dipoi allungato fino in N al insù, talchè l'altezza dell'orifizio N sopra E sia tanta, che il cannello G N, di diametro eguale ad F E, possa capire tant' acqua, quanta serve ad equilibrare tutta la pressione dell'aria, cioè piedi 33., e si supponga, che sopra N sia tolta ogni pressione d'aria. Similmente prolunghisi il cannello R S in I, e l'altezza S I sia eguale all'altezza del cannello G *Fig. 1. Tav. 1.*

N, di

Digitized by Google

N, di maniera che possa contenere tant'acqua, quanta basta a premere la superficie dell'acqua G, con egual momento alla pressione di tutta l'altezza dell'aria, supponendo, che sopra I non vi sia aria, come si è supposto di sopra. S'intendano i lati del vaso A B C D essere prolungati alla predetta altezza alti, acciocchè possano mantenere l'acqua all'istessa altezza, che è in C N, o S I; dopo questo il vaso A B C D, ed i cannelli I S R Q, E C N si suppongano ripieni d'acqua; è manifesto da quello, che abbiamo detto di sopra, che essendo stato sostituito al peso dell'aria in S un egual peso del cilindro d'acqua I S, ed al peso dell'aria in E un altro eguale del cilindro d'acqua N E, il moto, o la velocità dell'acqua resterà la medesima di prima; e se il cannello I S si conserverà sempre pieno, il moto ancora nel medesimo cannello F E continuerà ad essere lo stesso. Laonde supponendosi il cannello E C N uniforme al tubo F E, dalle cose già dimostrate ne segue, che la medesima velocità, che è in F E, sia ancora in G N, e nel passare per l'apertura N. Esce adunque l'acqua colla medesima velocità da N, che da E, benchè si tolga via il cannello E C N; e perciò se si tirerà per N una linea orizzontale, che seghi il cannello S I nel punto M, manifesta cosa è, che l'acqua cadrà da H colla stessa velocità, che cadrebbe da I in M, secondo ciò, che ho dimostrato *nella prima Proposizione del libro secondo della misura dell'acque correnti*. Ma anche I M è eguale alla P G, perchè essendo S I, C N eguali, sottraendone da quelle N L, S M parti eguali, i residui I M, L C dovranno rimanere eguali; ma L C è eguale a P G: adunque ancora I M sarà eguale a P G; e però l'acqua escirà da N, o pure da E con quella velocità, che avrebbe avuta, se fosse discesa da P in G; ma la velocità in G è ancora la medesima di quella, che avrebbe un corpo, che si movesse da P in G: adunque la velocità in E è uguale alla velocità in G; il che si doveva dimostrare.

Perciò consideri il mio dottissimo Oppositore come anco in questo caso sia vera la mia Proposizione, che *l'acqua corrente per qualche sezione di un canale inclinato abbia la medesima velocità, che avrebbe, se uscisse da un vaso per un' apertura simile, ed eguale alla sezione,*

zione altrettanto remota dalla ſuperficie dell' acqua, quanto la ſezione è dalla linea orizzontale tirata per lo principio dell' alveo; ogni qualvolta però s'intenda della ſezione inferiore del cannello E; imperocchè ſe s' intenda delle ſezioni F, N, O, allora veramente non ſi potrà verificare la mia propoſizione; ma, come appreſſo ſi vedrà, le velocità in F, N, O ſono violente, eſſendo dirette dalla velocità dell' orifizio E, che ſolamente è naturale.

Ma è di non poca maraviglia l' oſſervare in che modo convenga l' iſteſſa eſperienza colla dimoſtrazione. Ne' giorni ſcorſi per indagare meglio la verità, e la forza della propoſta dimoſtrazione, pigliai un vaſo di legno A B C, ed adattai ad un buco, come ſarebbe in E, il cannello uniforme di vetro inclinato come F E, incollando ogni feſſura diligentemente; e riempito il vaſo d' acqua, tanto che la ſommità del cannello F foſſe nello ſteſſo piano della ſuperficie dell' acqua, e ſubito aperto l' orifizio E, che prima io aveva turato col dito, e ponendovi via via dell' acqua, acciocchè la ſuperficie di eſſa rimaneſſe alla medeſima altezza della linea orizzontale, ſcappò l' acqua per lo cannello F E, ma in tal maniera, che l' aria ſubentrando dalla parte F, il cannello non gettava ſtando pieno, come di ſopra ho fatto avvertire. Per tanto tagliai un tantino il tubo nella parte ſuperiore H, acciocchè l' orifizio ſuperiore foſſe ſommerſo circa un groſſo dito ſotto la ſuperficie dell' acqua; pure vi penetrò l' aria di ſopra, ed il cannello reſtò in qualche parte voto. Finalmente tagliato il cannello circa due dita ſotto, gettò ſtando pieno; e raccolta l' acqua, che paſsò in un certo tempo, fu peſata, e fu trovata ſempre nella ſteſſa quantità di quella, che in qualunque tempo uguale uſcì dall' orifizio E, avendo ſempre più ſminuito il tubo, finchè vi rimaſe il puro orifizio E: ſegno chiaro, ed evidente, che ſempre fu per l' appunto la medeſima velocità dell' acqua, che paſsò per E colla maggiore, minore, ed anco con niuna lunghezza del tubo E F, come colla mia dimoſtrazione io aveva accennato.

Ma per ora voglio trattenermi un poco in Fiſica, e indagare la cagione della maggiore velocità in O, ed N, di quel che poſſa eſſere impreſſa dall' altezza della ſopraſtante aria; imperocchè a prima viſta

 pare

Digitized by Google

pare un paradosso, che la velocità dell' orifizio E, come per via di una attrazione, o di virtù magnetica regga le velocità superiori. Per la qual cosa considero, che l'acqua contenuta dentro il cannello F E è sospinta dalla pressione dell' aria da ambedue le parti, e come continuatamente trattenuta; e di quì ne segue, che il cannello si conserva pieno; ma anche perchè l'acqua del cannello F E gravita secondo la sua altezza, v. gr. P G, ne nasce, che la pressione fatta ad E, per via della direzione F E, sia composta dalla pressione di tutta l'aria, o pure dall' equivalente di una mole d'acqua alta 33. piedi, e di più dall' altezza dell' acqua, che si trova nel vaso P G: adunque questa pressione sarà molto più potente, che la pressione fatta in E per la direzione T E, o C E, la quale equivale alla sola pressione dell' aria, cioè dell' acqua alta 33. piedi. Laonde se non fosse d'impedimento la pressione dell' aria ad E, è chiaro, che la velocità in E sarebbe quella, che è propria dell' acqua, che discende dall' altezza di 33. piedi accresciuta dall' altezza P G, e che la medesima velocità potrebbe essere impressa dalla sola altezza dell' aria superiore in qualunque sezione del tubo F E: ma perchè l'aria resiste in E, così si vanno contemperando a vicenda questi momenti, che equilibrate dall' una, e l'altra parte ad F, e ad E queste contrarie eguali forze dell' aria, si ha in E quella velocità, che è propria solamente dell' altezza dell' acqua P G. Avendo adunque l'acqua, per via della pressione P G, in E una velocità di escire competente alla sua pressione, e questa in tutte le sue parti, ed avendone poi in V una minore a cagione della minore pressione, di quì ne segue, che essendo uguali li segamenti, e disuguali le velocità, l'acqua E debbe allontanarsi dall'acqua V; imperocchè si scarica per E più acqua di quella, che possa ricevere la sezione V con la velocità conveniente alla sua pressione: adunque cessa la resistenza inferiore tra E, ed V; e conseguentemente la pressione dell' aria in F, per quanto le è permesso dalla resistenza in E, nel tubo F E spigne l'acqua con tutta la maggior forza. Ma avendo noi di sopra fatto vedere, che la velocità E non è altro, che la maggior forza d'una pressione sopra l' altra, è manifesto, che la pressione dell' aria superiore caccia l' acqua dentro il cannello F E colla velocità E, propria della pressione

P G

P G, e conseguentemente che cessa ogni attrazione alla parte E, e che tutto questo negozio procede dalla sola pressione dell'aria. Da tutto questo resta provato, che il moto dell'acqua pel cannello non è puramente naturale, e dipendente dalla sola gravità, ma bensì (come sopra accennai) violento, e simile a quello, che si fa nelle trombe per forza dell'embolo; il qual moto non ho mai supposto nella mia proposizione, nella quale suppongo il moto dell'acqua *nascere dalla sola gravità, ed essere libero affatto da ogni impedimento*.

Levata in questo modo, come credo, la causa, per la quale fu opposto alla mia proposizione, adesso mi rimane solamente da rispondere alle obbiezioni, la prima delle quali è (n. 7.), *che i fluidi non seguitano sempre le medesime leggi dimostrate dal Galileo circa i gravi, che discendono*; soggiungendosi poco più giù nello stesso numero: *mi pare adunque, che questo insigne Autore abbia errato per aver creduto, che si dovesse discorrere nella medesima maniera de' fluidi discendenti, che de' gravi supposti dal Galileo*.

La seconda obbiezione è quando (n. 9.) dice, che benchè vi sia qualche poco di differenza tra' supposti della mia, e sua proposizione, *vi rimane ad ogni modo una assai grande convenienza proveniente dalla natura de' fluidi; talchè l'opinione del Signor Guglielmini apparisce non avere sussistenza*, e ne rende la ragione.

La terza difficoltà è quando (n. 10.) dice, *che sempre variamente le parti superiori nel cannello vengono agitate secondo la diversa velocità delle parti inferiori; e la cosa diversamente cammina ne' gravi, de' quali trattò il Galileo*.

In quarto luogo prova (n. 11.) la sua asserzione con una particolare dimostrazione con queste parole: *ed acciocchè questo più chiaramente s'intenda, consideriamo la seconda figura, dove A B si suppone essere il fondo del canale*, &c. quasi fino alla fine. Fig. 2. Tav. 15

In quinto luogo dice (n. 13.), che a me *resta solo il cercare quale sia la linea E G, secondo la quale la superficie nel canale si dee inclinare; imperocchè da quì si conoscerà quanta sia l'area, in qualunque luogo si faccia la sezione; e dalle diverse aree delle sezioni si raccoglieranno ancora diverse velocità ne' medesimi luoghi*.

Digitized by Google

Debbo io dunque soddisfare il Sig. Papino circa le proposte difficoltà, acciocchè egli approvi le mie dimostrazioni. Per tanto nella prima difficoltà mi pare, che si cerchino due cose; una è, se i fluidi, che discendono, nella loro discesa accelerino il moto: l' altra, se posta questa accelerazione nella discesa dell' acqua, vengano osservate le leggi, che si credono dall' Oppositore dimostrate dal Galileo per la sola discesa de' solidi.

Il primo dubbio resta sciolto dall' osservazione della natura; imperocchè l' acqua andando verso il centro colla sua naturale, e libera gravità, acquista sempre maggiori gradi di velocità, come si può vedere ne' canali, che sono molto inclinati, ne' quali le sezioni inferiori si fanno minori delle superiori, rimovendosi però tutti gl' impedimenti, come spesse volte io stesso ho osservato, ed ognuno può liberamente farne la sperienza. L' ingegnosissimo Abate Castelli si dichiara d' aver osservato lo stesso, *nel Corollario 2. alla Proposizione 4. del libro 2. della misura dell' acque correnti. E fu cosa degna d' essere osservata, che crescendo l' acqua per detto canale, la sua altezza viva era diversa in diversi siti del canale, cioè sempre minore, quanto più si avvicinava alla sboccatura*; e questo è lo stesso che dire, che la velocità diviene sempre maggiore, e maggiore, secondo la maggiore distanza dal principio del moto, mentre corrispondono sempre le velocità reciprocamente alle sezioni, e nell' apportata esperienza all' altezze delle sezioni. Per questa ragione ancora l' acque, che liberamente cadono, come sarebbe quelle, che discendono da' tetti, come comunemente viene osservato, s' assottigliano, crescendo la velocità, se le fila componenti non vengono separate dall' aria; cosa, che spesse volte in una tal qual distanza suole accadere. Questo stesso può osservare il Signor Papino, diligentissimo sperimentatore, nel cannello proposto nella sua Proposizione, dal quale benchè pieno, entrando l' aria, non esce più l' acqua; e ritroverà, che nel ingresso dello stesso l' acqua occupa una molto maggiore circonferenza dell' orifizio, che nell' escita dallo stesso cannello, come è accaduto a me di osservare, mentre faceva questa esperienza; ma questo fu molto prima conosciuto da' mugnai, e da altri artefici di macchine, che sono mosse dall' acqua, facendo questi a bella posta, che l' ale delle ruote si trovino sotto l' acqua, che

cade

Digitized by Google

cade da qualche luogo alto, acciocchè girino più presto, mentre per esperienza sanno, che questo più veloce moto difficilmente si potrebbe ottenere dalla sola gravità dell'acqua, ovvero anche dalla caduta di quella da piccola altezza. A questo si aggiunge la curvità degli spilli, o siano orizzontali, o inclinati, la quale necessariamente dipende o da due moti, ovvero piuttosto da due principj, o direzioni di moto, de' quali moti se l'uno, e l'altro sarà equabile, la linea non potrà mai essere curva; perchè essendo nel nostro caso la discesa proporzionale al tempo per l'uniformità del moto, le linee della caduta saranno sempre proporzionali a' segmenti pigliati nella linea della direzione, v. gr. orizzontale, nella quale il moto è necessariamente equabile, ed in conseguenza la linea del moto retta; come può conoscere ognuno, e specialmente il Signor Papino, molto pratico delle leggi della Statica. Si può aggiungere a tutte queste cose l'autorità del Torricelli, del Balliano, e del Mariotte, e di molti altri Matematici famosissimi, i quali tutti non solo hanno accordato all'acqua il moto accelerato, ma di più anche le stesse leggi, che il celebre Galileo, la cui fama vivrà immortale, ha generalmente dimostrate de' gravi, che discendono.

Pertanto veniamo alla seconda parte della difficoltà, la quale è, se l'acqua, che cade, abbia la medesima proporzione d'accelerazione, che hanno gli altri gravi. Per istabilire questo, bisognerebbe di nuovo rifare i principj del Galileo, ed interrogare il mio dottissimo Oppositore, se anche l'acqua, *che parte dalla quiete in tempi eguali, acquista eguali momenti di velocità*, e se ha difficoltà di ammettere il postulato dello stesso Galileo da lui poi dimostrato, come si può vedere nella giunta stampata dopo la sua morte *alla Proposizione seconda del moto accelerato*, cioè che i gradi di velocità della stess' acqua, acquistati in diverse inclinazioni di piani, allora siano eguali, quando sono eguali l'elevazioni de' medesimi piani; le quali cose se non rigetta, dee, prima di riprovare le mie dimostrazioni, assegnarne i parallogismi colla dimostrazione del Galileo; ma al contrario rigettandole, o è tenuto di mettere in campo principj più evidenti d'Idrostatica, ovvero con qualche forte dimostrazione far toccar con mano la falsità di quelli del Galileo. Ma per dimostrare, che i fluidi gravi sono sottoposti alle medesime regole dell'acce-

Digitized by Google

celerazione de' solidi, primieramente pare, che non poco conferisca a ciò, che le velocità provenienti dalla pressione crescono in proporzione suddupla dell'altezze dell'acqua, nella medesima maniera per l'appunto, che fece vedere il Galileo circa i solidi, che cascano, o pure discendono per piani inclinati. Secondariamente, che la medesima, ed universale causa di gravità, e d'accelerazione in tutti i corpi discendenti (nello stesso fluido, nel quale si fa il moto) qualunque essa si sia, debbe partorire proporzionatamente lo stesso effetto in tutte le parti della materia; ma circa questo, coll'ajuto di Dio in un altro luogo, nel quale porrò in paragone alcuni principj Statici da me ultimamente trovati co' fenomeni della natura.

Ma tra tutte l'altre ragioni, ed autorità, abbia il suo luogo l'opinione dello stesso ingegnosissimo Papino, il quale nel *Suctore Rotatili, & Pressore Hassiaco*, del quale ne ha data un'accuratissima descrizione al pubblico *negli Atti degli Eruditi di Lipsia l'anno 1689. nel mese di Giugno a pag.* 317., nel quale volendo, che si accomodi il cannello verticale al buco, dal quale con grande impeto dee poi escire l'acqua, dice a cart. 321. *Questo adunque si dovrà osservare, che la capacità de' cannelli si cresca colla stessa proporzione, colla quale la velocità dell' acqua, che sale, si sminuisce; imperciocchè così seguirà, che la medesima quantità dell'acqua passi nello stesso tempo*. E più di sotto mostrando il modo, col quale si debbono formare questi cannelli, conformandosi alla dottrina del dottissimo Galileo, stabilisce, che in quelli i diametri di tutte le sezioni siano reciprocamente tra loro in proporzione subquadrupla delle loro altezze, cioè delle distanze dal segno, al quale l'acqua col conceputo impeto può arrivare. Il che stabilito, è facil cosa il dimostrare col metodo analitico, che il ritardamento dell'acqua ne' condotti verticali procede per numeri cassi verso l'unità, e che per conseguenza l'accelerazione cresce per numeri similmente cassi, principiando dall'unità; o pure, che è lo stesso, che le velocità dell'acqua nel discendere sono fra loro in suddupla ragione degli spazj passati, e nel salire degli spazj, che debbono passare, come veramente non può assegnarsi altro principio per mostrare l'asserita figura de' cannelli. Dalle quali cose è chiaro, che il Sig. Papino non solamente ammette la medesima accelerazione tra i gravi fluidi, e solidi, ma anco le leggi, che io aveva pigliato dalla dottrina del Galileo. Per-

Digitized by Google

Perlochè avendo io tenuto lo ſteſſo metodo nel filoſofare de' fluidi, che ſcendono, che il Galileo de' ſolidi, neſſun errore avrò fatto. Per altro ſono pronto a concedere al Sig. Papino (n. 7.), *che i fluidi non ſeguitano ſempre le medeſime leggi dimoſtrate dal Galileo de' gravi deſcendenti*; ma allora ſolamente, quando non ſono liberi nello ſcendere da tutti gl' impedimenti; il che ſenza dubbio accade ancora ne' ſolidi; imperocchè ſo anch' io, che non s'accelerano i peſi eguali degli orologj, che nel diſcendere li fanno muovere; ſiccome ſo, che neppur acquiſtano maggiore velocità l'acque, che corrono per canali curvi, e pel tubo Papiniano. Ma queſta ritardazione di moto non nuoce punto alla mia dottrina, per aver io ſuppoſto nella controverſa Propoſizione il moto libero, aſpettando di parlare del ritardamento della velocità nell' altra parte, che io aveva promeſſo, come poi ho fatto *nel Libro quinto, e preciſamente nella Propoſizione* 10., *e* 11. Imperciocchè nel metodo da me pigliato è ſtato neceſſario prima di ſupporre, che l'acqua corrente per i letti de' fiumi non foſſe ritardata da alcun oſtacolo, sì perchè, fiſicamente parlando, il caſo non ſolamente è poſſibile, ma ancora frequente ne' canali, volgarmente detti regolati; e perciò ſe ne dee fare qualche ſtima; come anche perchè ſe non è impoſſibile, almeno ſarebbe una coſa molto lunga, ed imbrogliatiſſima il voler conſiderare a parte tutti gl' impedimenti, come per eſempio l'unione ſcambievole delle particelle dell' acqua: il ſoffregamento col fondo, e colle ſponde del letto: le tortuoſità facili a ritrovarſi in qualunque fiume, molto più d'ogni altra coſa dannoſe all' accelerazione: i venti contrarj al corſo dell' acqua: un fiume, che entra nell' altro: i pignoni alzati per ſoſtenere le ſponde, e per rompere la forza dell' acqua negli alvei fatti a mano: la diſugaglianza delle ſezioni, e ſimili altri impedimenti: oltre che quand' anche aveſſi ſtabilito di dimoſtrare tutte le predette coſe, e perfettamente mi foſſe rieſcito il diſegno, la fatica ſarebbe ſtata buttata, ſenza prima conoſcere quale foſſe la velocità, che doveva eſſere ſminuita dagl' impedimenti, cioè il grado della velocità naturale, che poi viene ritardato da' ſopraddetti oſtacoli. Ma finalmente mi pare in un certo modo d'indovinare, che ſenza le precedenti cognizioni, e dimoſtrazioni del 2. Libro non ſarei mai arrivato alla ſeconda Propoſizione del 4. Libro, la quale con-

confermata dall'esperienza, è servita di fondamento alla regola generale dimostrata nella 7. Prop. dello stesso Libro; dalla quale sono stato condotto, quasi per mano, a misurare qualunque sorta d'acqua, che corra con moto libero, e ritardato.

Alla seconda opposizione, cioè che non ostante la diversità de' casi, ad ogni modo vi sia tra le nostre supposizioni una certa *convenienza proveniente dalla natura de' fluidi*, rispondo, che se l'asserita convenienza si piglia da somiglianza di fluidità, gravità specifica, e simili altre cose, certamente confesso, che dalla parte della natura de' fluidi vi è un' intiera convenienza; ma questa non è al caso nostro: ma se il paragone si fa in ordine al moto, v'è tanta diversità tra le opposizioni del Signor Papino, e le mie, quanta si trova tra il moto naturale, e il violento, tra l'impedito, e il non impedito, della quale niuna se ne può pensare maggiore, essendo affatto contraria.

Alla terza difficoltà, che ha forza d'argomento per provare la Proposizione soprapposta, cioè che (n. 10.) *sempre variamente si muovono nel canale le parti superiori dell'acqua secondo la diversa velocità delle parti inferiori, e che il simile non accade ne' gravi, della discesa de' quali ha trattato il Galileo*: di nuovo rispondo, che se è vero, come evidentemente ho di sopra dimostrato, che i fluidi non impediti accelerano il moto nella loro discesa, non vedo per qual ragione possa farsi, che le parti antecedenti, avendo maggiore velocità, possano ritardare le seguenti, che si muovono con minore velocità; imperocchè, siccome se due globi di mole, e di peso uguali scendessero per un piano in-
Fig. 4. Tav. 1. clinato A D, o per la perpendicolare A E, talchè uno immediatamente dopo l'altro cominciasse a muoversi dallo stesso principio A, e continuasse liberamente per A D, o per A E, il globo C in nessuna maniera potrebbe impedire la discesa del globo B; imperciocchè l'impedimento al moto non si può avere, se non da qualche corpo, che stia fermo, ovvero a guisa di fermo, e che riceva l'impeto dell' altro corpo mobile, come sarebbe, quando un corpo si muove di moto contrario all'altro, oppure di moto minore, ancorchè colla stessa direzione; ma non mai questo può accadere, quando il moto è nella stessa direzione, e maggiore, perchè allora non può ricevere l'impeto del corpo, che lo segue,

gue; ma nel nostro caso il globo C fugge con altra e tanta velocità, con quanta viene seguitato dal globo B; adunque sarà impossibile, che B possa comunicare qualche parte anche minima del suo moto al globo C, e per conseguenza che C sia impedito dal globo B; e così applicando questa dottrina alle parti d'innanzi, e di dietro, o di sopra, o di sotto dell'acqua, sarà impossibile, che le parti inferiori dell'acqua, purchè non siano trattenute nel suo corso, possano cagionare diversità di moto nelle superiori, come precipitosamente, e senza badare alle mie supposizioni, viene asserito dal Sig. Papino. Che se poi egli mi opporrà gli impedimenti del fondo, delle sponde, della tortuosità dell'alveo, della viscosità della stess'acqua, o finalmente di altri corpi, che resistono al suo libero corso, di nuovo mi converrà rispondere, che le mie dimostrazioni, secondo il costume de' Matematici, prescindono da tutte queste cose, ed altre simili, come anche di sopra ho già accennato. Imperciocchè non mi sono proposto di considerare queste alterazioni accidentali ad una ad una; *ma solamente di considerare i canali col prescindere da ogni impedimento per dedurne da ciò certe leggi naturali, colle quali potessi arrivare ad altre cognizioni*. Del rimanente, se poi il Sig. Papino, per la misura piatica dell'acque, cerca il calcolo degl' impedimenti, legga la 7. Proposizione del 4. Lib., e il suo Corollario, e le citate Proposizioni 10., e 11. del 5. Libro, nelle quali vedrà considerati gl' impedimenti, che ritardano la velocità de' fiumi, ed insieme vi troverà una regola universale per la misura sì della perduta, come della rimanente velocità.

Ma nella quarta difficoltà anche fa qualche forza contro la mia opinione, provando colla 2. figura, che l'acqua, che dal canale A B esce per E, non iscende per lo piano E H, ma per un altro molto più inclinato, come ne segue dalla mia seconda Proposizione, che egli impugna, ed io stesso nel 5. Corollario della stessa Proposizione ho espressamente affermato. Al che soggiugnendo egli, che secondo la dottrina del Galileo doveva io tirare la linea E H parallela al fondo del canale, io non posso approvare questa sua Proposizione, e credo, che non sarà approvata da Matematico veruno; imperciocchè la dottrina del Galileo è, che s'accelerano i gravi nello scendere; cosa, che non accadrebbe,

ſe l'acqua nel ſuo corſo per lo canale A B deſcriveſſe colla ſua ſuperficie una linea parallela al fondo, mercè che eſſendo chiaro, che nello ſteſſo canale ſempre uniforme le ſezioni ſono reciproche alle velocità, come il mio Oppoſitore piglia a dimoſtrare in queſta ſua Propoſizione, ed anche ſi deduce dalla mia 3. Propoſizione del primo Libro, ne viene di conſeguenza, ſuppoſta la ſteſſa larghezza in tutte le ſezioni, che le velocità ſono reciproche all'altezze; ma ſupponendoſi eſſere parallela la ſuperficie dell'acqua al fondo del canale, tutte le altezze delle ſezioni ſaranno uguali; adunque ancora ſaranno uguali tutte le velocità delle ſezioni; onde l'acqua non ſi muoverà di moto accelerato, come da noi è ſtato dimoſtrato, e per la dottrina del gran Galileo viene ſuppoſto. Si oppone adunque apertamente alla ſentenza del Galileo la Propoſizione del Signor Papino, il quale pretende, che la linea della ſuperficie dell'acqua ſi tiri parallela al fondo del canale; ma non già la mia, nella quale pretendo dimoſtrare, che tanto più s' inclina la linea al fondo, quanto maggiore è l' allontanamento del canale dal ſuo principio. Del reſto concordiamo nell'affermare, che la declività della linea E G *non è eguale per tutta la lunghezza del canale*; *ma quanto più ci accoſtiamo al principio*, *tanto maggiore è l' aumento della velocità in una data lunghezza del canale*; imperciocchè queſto ſteſſo io ho aſſerito nel Corollario della Propoſizione quarta del Libro ſecondo, come una coſa, che neceſſariamente ne veniva in conſeguenza non ſolamente dalle mie Propoſizioni, ma ancora dalla dottrina del Galileo.

Finalmente alla quinta difficoltà riſpondo, che ſe non mi reſta altro da cercare, ſe non *quale ſia la linea* E G, *ſecondo la quale ſi dee accomodare la ſuperficie dell' acqua*, *mentre corre per lo canale inclinato*, mi poſſo rallegrare di aver fatto tutto quello, che io doveva; imperciocchè nella Propoſizione 7. 8. 9. ho abbondantemente diſcorſo di ſimil ſorta di linee, e ho dimoſtrato il metodo, col quale da certe linee date ſe ne poſſano deſcrivere, e ritrovare dell'altre curve nella ſteſſa maniera; talchè dato qualunque ſito di un canale, poſſiamo ſicuramente inveſtigare l'altezza delle ſezioni.

Queſte ſono le coſe, Illmo Signore, che ho ſtimate opportune d'apportare all'oppoſizioni dell'eruditiſſimo Sig. Papino; e per iſtabilire maggior-

Digitized by Google

giormente la mia Propofizione, ora tocca a voi giudicare fe poffo ottenere il mio intento appreffo gli uomini letterati, perchè a me pare di non aver tralafciata cos'alcuna, che poteffe effere neceffaria, benchè aveffi potuto inferirvi molte cofe di più, le quali ho tralafciato, perchè effendo di poca confiderazione, mi fono vergognato di proporle al voftro gran talento. Vi fcongiuro con tutto ciò, quanto fo, e poffo, a fupplire colla voftra gran dottrina a quanto io ho mancato; imperciocchè non per altra caufa ho ftabilito di mandare a voi quefta Lettera, fe non perchè paffando per le voftre mani, la voftra erudizione le conciliaffe maggiore ftima, come anche perchè non paja, che io faccia poco conto del mio dottiffimo avverfario, che grandemente ftimo.

Confervatemi in voftra grazia, e procurate di mantenervi fano per utile, e decoro della Repubblica Letteraria.

Bologna 24. Dicembre 1691.



Digitized by Google

LETTERA SECONDA IDROSTATICA
SCRITTA DAL SIGNOR
DOMENICO GUGLIELMINI
All' Illustrissimo, ed Eruditissimo Signor
ANTONIO MAGLIABECHI
BIBLIOTECARIO DEL SERENISSIMO GRAN-DUCA DI TOSCANA.



A controversia, che è insorta tra l'eruditissimo Sig. Papino, e me circa alcune materie appartenenti all' Idraulica, della quale da voi con tre gentilissime lettere qualche mese avanti n'era stato avvisato, m'ha stimolato, e m'ha posto nelle mani i fondamenti di cercare il metodo per determinare la velocità dell' acqua, o d' altro fluido, che esce dalle trombe, dopo avere nell'altra mia lettera scritta al Sig. Leibnitzio sostenuto abbastanza, almeno per quanto mi permettevano le mie deboli forze, l' attaccata dimostrazione; ed avendo a caso comprati gli Atti di Lipsia dell' anno *1690.* venuti di fresco in questa Città, accidentalmente nel mese di Maggio a carte 223. mi venne osservato l' esame, che fa il Sig. Papino del sifone Vurtembergese ritrovato dal dottissimo Sig. Reiselio, nel qual esame cercando il sopraddetto Autore la quantità dell'acqua, che esce dal braccio, che porta fuori del sifone, pose quella Proposizione, dalla quale ne nacquero poi tutte le opposizioni contro il mio sistema della misura dell'acque; ma già avendo dimostrato nell' altra Lettera, che questa Proposizione, come è dimostrata dal Sig. Papino, non è troppo vera, anzi avendo io posto in chiaro con quali principj, e con quale proporzione si può verificare, ora ho stimato ben fatto l' adornare, per quanto è possibile, questa parte d' Idrostatica, o sia Idraulica fin adesso non toccata da altri. Tutto quello, che ho operato in questi pochi giorni, ho risoluto di comunicarlo a voi, che siete pel vostro gran-

de,

Digitized by Google

de, e profondo sapere il decoro della nostra Italia; e questo tanto più volentieri debbo fare, quanto più considero, che mi sono risoluto a scrivere in questa materia a vostra persuasione.

Quello adunque, che mi sono prefisso di cercare, è in qual modo si abbia a determinare la velocità dell'acqua nelle trombe: e per fondamento di questa mia ricerca suppongo alcune Proposizioni Idrostatiche o da se note, o confermate dall'esperienze, e dimostrazioni d'altri Autori; e la prima sia questa.

I. I fluidi della stessa specie, o sia gravità specifica si equilibrano secondo l'altezza, senza avere riguardo veruno all'ampiezza, o sia larghezza. Come se il vaso, per esempio, A B C D fosse unito, e comunicasse col cannello D E F, qualunque sorta di liquore si equilibrerebbe tanto nel vaso, quanto nel cannello alla stessa orizzontale A B F, o G H senza distinzione alcuna, non ostante l'inegualità de' diametri A B, I F, purchè il cannello E F non sia piccolissimo; imperocchè allora l'acqua in quello si alzerà un poco sopra l'orizzontale A B; ma se l'acqua sarà più alta o nel vaso, o nel cannello, e questo si spezzi, per esempio, in H, l'acqua escirà da H, per non essere il cannello lungo a sufficienza da poter contenere tanta acqua in equilibrio. Fig. 5. Tav. I.

II. Le parti compresse del fluido esercitano la loro forza indifferentemente verso qualunque luogo; ma l'effetto non si vede se non verso quella parte, dove la resistenza è poca, o nulla.

III. I fluidi di diversa gravità specifica allora si equilibrano, quando le loro altezze sono in reciproca proporzione delle gravità specifiche, ovvero al contrario; come se nel vaso A B C D vi fosse l'acqua, e nel cannello E F l'olio, non si farà l'equilibrio, se non quando l'olio nel cannello E F avrà tanta maggior altezza dell'acqua, che è contenuta dal vaso A B C D, quanto maggiore è la gravità dell'acqua della gravità specifica dell'olio; dal che ne segue:

IV. Che l'aria si equilibra in tal maniera coll'acqua, che circa 33. piedi di questa equiponderano alla gravità di tutta l'aria; e perciò l'acqua ne' sifoni, se non è impedita, si alza fino a quest'altezza, e non più.

V. Anzi al contrario l'aria adopra tutta la sua forza nell'aperture de'

can-

cannelli pieni d'acqua; che se la pressione fatta dall'acqua, oppure la velocità della stess' acqua nel cannello, dal quale esce, sarà maggiore della velocità impressale dalla forza dell'aria, scenderà; se minore, salirà; se eguale, rimarrà sospesa nel suo stato senza muoversi.

Considerate queste cose, ne vengono le seguenti.

I. *Che ne' sifoni di braccia eguali ripieni d'acqua, l'altezza de' quali sia minore di 33. piedi, non seguirà alcun flusso, ma il fluido resterà sospeso; ma se l'altezza sarà maggiore di 33. piedi, l'acqua escirà dall'una, e l'altra parte, fino che sarà arrivata alla detta misura.* Imperciocchè siano nel sifone A B C le braccia A B, B C eguali, cioè gli orifizj A, e C terminino nella stessa orizzontale A F, ovvero l'una, e l'altra parte abbia la medesima altezza B D, l'orificio C sia immerso nel fluido E H, e tutto il sifone A B C sia pieno d'acqua; dico, che, benchè l'orificio A penda liberamente in aria, con tutto ciò non escirà da esso parte alcuna del fluido, purchè le braccia A B, B C siano minori di 33. piedi, perchè essendo maggiori, dico, che l'acqua discenderà da tutti due gli orificj A, C, fino che l'altezza di quella in ambe le parti si riduca a 33. piedi.

Fig. 6. Tav. 1.

Imperciocchè essendo che l'aria preme in tutti due gli orifizj A, A C, del sifone con tutta la sua altezza, o come piace ad altri, colla forza elastica, e tutta la pressione dell'aria viene equilibrata dall'altezza di 33. piedi d'acqua, se si leva la pressione dell'aria in C, e storto all'insù il tubo C I, si sostituiscano in esso 33. piedi d'acqua, oppure più precisamente quanto basta per equilibrio dell'aria, seguiranno li medesimi effetti di prima; imperciocchè non si muta la forza dell'acqua B C, e alla resistenza dell'aria si sostituisce un'eguale resistenza d'acqua. Per la medesima ragione, se in vece della pressione, ovvero resistenza dell'aria in A, si sostituirà nell'altra parte del sifone, similmente storto all'insù, un'eguale altezza d'acqua A M, l'acqua conserverà la prima quiete, oppure il moto primo; ma nel sifone I C B A M si ha la quiete a cagione dell'equilibrio fatto nella stessa orizzontale I M: adunque ancora si avrà la quiete nel sifone A B C di parti eguali; e per questo l'acqua non escirà da A, purchè l'altezza B D sia minore di 33. piedi.

Ma

Digitized by Google

Ma se B D è maggiore di 33. piedi, e l'eccesso è N B, tirata per N l'orizzontale O N P, è manifesto, che l'acqua O A, oppure P C equilibra la pressione dell'atmosfera; perlochè s'intendano tronchi i tubi O M, P I, acciocchè l'acqua non acquisti in essi maggiore altezza di quella, che equipondera alla pressione dell'atmosfera, e perchè l'acqua B A ha maggiore altezza, che la O A, preponderera la B A, e nel discendere spingerà all'insù la O A; e perciò l'acqua escirà da O fin tanto che la sua superficie sarà abbassata alla medesima orizzontale O P. Nello stesso modo l'acqua della parte B C si abbasserà alla stessa orizzontale; ma di sopra abbiamo dimostrato, che il moto, e la quiete nel sifone A B C è come in O A B C P: adunque ancora nel sifone A B C l'acqua si abbasserà fino all'orizzontale O P, e conseguentemente determinato il flusso dell'acqua per A, e C, cesserà il moto, e l'acqua non correrà più; il che si doveva dimostrare.

Ma si debbe notare, che se l'acqua, che esce dal sifone B C, può crescere l'altezza nel vaso F G, non discenderà in tanta quantità nel braccio B C, come nel B A; imperciocchè l'orifizio del sifone s'intende sempre quella parte, che si unisce alla superficie dell'acqua, nella quale è immerso il sifone, come già a tutti è noto, e per questo coll'alzamento dell'acqua nel vaso F G, sollevandosi l'orifizio del sifone, si scorcierà la parte C B, e conseguentemente l'acqua non discenderà in tanta quantità in C B, come in A B.

Da quì si conosce, che l'equilibrio ne' cannelli di parti eguali non proviene universalmente dall'uguaglianza di peso de' fili d'acqua A B, B C, come da tutti finora, per quanto io so, è stato creduto, ma ne' cannelli più corti dall'equilibrio dell'aria fatto nella maggiore altezza B; imperciocchè ogni qual volta l'eguale pressione dell'aria in A, ed in C resta interrotta, o troncata da un'eguale resistenza B A, B C, è necessario, che l'altre pressioni dell'aria in B, che opera oppostamente, cioè da una parte da A in B, e dall'altra da C in B, siano eguali, e perciò debba succedere l'equilibrio. Che se poi l'aria lasci di premere contro le parti A, allora è evidente, che l'acqua escirà da A non ostante l'eguaglianza de' bracci, e l'eguale peso dell'acqua in essi contenuta: nel qual caso tirata l'orizzontale B R, l'acqua in B avrebbe la

stessa

ſteſſa velocità, che eſcendo dal vaſo, nel quale l'altezza dell'acqua foſſe I R; imperciocchè l'acqua ſalendo da C in B per C B, paſſa a poco a poco tutte le velocità minori, e maggiori, che ſarebbero impreſſe dall'acqua mediante tutte le preſſioni tra C. ed R ſotto l'orizzontale I M, ſecondo l'ordine delle parallele A C, O P, B R, ec.; e perciò in B avrà la velocità I R, cioè quella, che avrebbe, ſe da I foſſe liberamente caduta in R; ma la velocità creſcerebbe molto più, ſe cadeſſe da B in A, talchè non riempirebbe affatto il cannello A B, e la velocità in A corriſponderebbe alla velocità C, cioè all'altezza di 33. piedi d'acqua.

II. Ne' ſifoni di braccia diſuguali l'acqua correrà per lo più lungo colla ſteſſa velocità, che eſcirebbe da un vaſo, che teneſſe l'acqua tanto alta, quanto è la differenza de' cannelli, purchè il più lungo non ſia maggiore di 33. *piedi.*

Si ſupponga, che la parte B A del ſifone A B C ſia prolungata in S, talchè l'altezza B V non paſſi 33. piedi, e tutto il ſifone ſia pieno d'acqua, che continuamente gli venga ſomminiſtrata dalla conſerva F G, nel quale la ſuperficie dell'acqua ferma ſia F E: dico, che l'acqua eſcirà dall'orifizio S colla ſteſſa velocità, che eſcirà da un vaſo, che foſſe alto quanto la linea D V: differenza, che paſſa tra la lunghezza delle braccia del ſifone.

Imperciocchè rivoltato il ſifone in S T, talchè l'altezza di queſto braccio rivoltato ſia di 33. piedi, ſi fa manifeſto dalle coſe ſopra dimoſtrate, che l'altezza dell'acqua T S ſarà le parti dell'aria, che preme contro l'orifizio S; perlochè aggiunto il tubo S T, l'acqua non muterà il primo moto, mentre corre per lo tubo C B S. Tirata adunque da T l'orizzontale T Y, l'altezza V Z ſarà di 33. piedi; ma ancora la D X è tale: adunque D X, e V Z ſaranno eguali: ma D B ſi è ſuppoſta minore di 33. piedi: adunque il punto B ſarà ſotto Z, e conſeguentemente ſotto T; perlochè l'acqua T S avrà più forza, che la B S; e perciò la reſiſtenza dell'acqua T S ſi eſtenderà fino a B, e così la parte S B del tubo ſi conſerverà piena; e perchè D V è la miſura di quanto ſi abbaſſa l'orifizio S ſotto l'orifizio C, ed è X Z, o I Y la miſura dell'abbaſſamento dell'orifizio T ſotto l'altezza del cannello I,

l'acqua

l'acqua in T fcorrerà colla velocità, colla quale difcenderebbe da I Y, effendo X Z, e D V eguali: adunque l'acqua in T fi muoverà colla velocità della difcefa D V, cioè con la velocità, colla quale efcirebbe da un vafo, che aveffe l'altezza D V. Ma per quello, che fi è dimoftrato, l'acqua corre nel fifone C B S colla fteffa velocità, che da T: adunque l'acqua efcirà dall'orifizio S colla fteffa velocità, che efcirebbe da un vafo, la di cui altezza foffe D V; il che fi doveva dimoftrare.

Da quefte cofe, che fi fono dimoftrate, ne fegue in primo luogo, che le velocità ne' fifoni uniformi fono tra di loro in fuddupla ragione delle differenze, che hanno le braccia de' fifoni; la qual proporzione offervano anche le quantità dell'acqua, purchè i diametri de' fifoni fiano tra loro uguali, e le fezioni fimili. Se poi le fezioni faranno fimili, e li diametri difuguali, allora le quantità dell'acqua avranno la ragione compofta di quella, che è doppia de' diametri, e fuddupla delle differenze tra le braccia de' fifoni; e più generalmente avranno la ragione compofta della ragione delle fezioni, e della ragione fuddupla delle dette differenze. Tutte le quali cofe fono già chiaramente propofte nella dottrina generale della velocità dell'acque, che io nel primo Libro dell' Acque correnti dopo il Caftelli ho dimoftrato. Ma di più ho anche con efperienze riprovato le quantità dell'acqua; imperciocchè da un fifone, la differenza delle braccia del quale era di 714. parti, efcirono 24. once d'acqua in tempo di 20. vibrazioni di un pendolo, e dallo fteffo, effendo la differenza delle braccia di parti 542., efcirono fole once 20. $\frac{1}{3}$ d'acqua, la quale proporzione conviene affai efattamente alla fuddupla delle differenze.

Ne feguita in fecondo luogo, che fe vogliamo inveftigare la determinata quantità dell'acqua, che in un certo tempo efce dal fifone, benchè quefto fi debba fperare più efattamente, e più facilmente dall'efperienza, ad ogni modo fi potrà avere facilmente per via della noftra tavola *efpofta nel fefto Libro al fine del predetto Trattato*. Imperciocchè trovata la differenza delle braccia fotto il nome dell'altezza ricercata dell'acqua, corrifponderà a quefta nella tavola lo fpazio dovuto alla velocità, il quale moltiplicato colla fuperficie della fezione, ci darà la folidità dell'acqua, che in un minuto di tempo paffa, e ce la darà in

 mifura

misura lineare, la quale a nostro beneplacito si potrà trasmutare in peso, o altre simili misure di liquidi. Questa misura si dee però tassare considerati gl'impedimenti secondo la varietà delle circostanze, e specialmente del fregamento dell'acqua colla superficie interna de' sifoni; imperciocchè dovendo questi essere molto stretti, acciocchè scorrano pieni, ne viene in conseguenza, che alle volte l'impedimento del contatto, e particolarmente ne' sifoni più lunghi, possa togliere qualche sensibile velocità, o sia accelerazione di moto all'acqua.

Fa quì a proposito l'esperienza riferita dal dottissimo Signor Mariotte nel suo Libro stampato in lingua Francese, e intitolato: *Del moto dell'Acque part. 3. dissert. 2. dopo la regola per la misura degli spilli*. Imperocchè il predetto Autore ha osservato, che se al fondo di un gran vaso si applichi una cannella perpendicolare lunga, ma stretta, esce più acqua dal vaso, quando non vi è la cannella, che dal buco fatto nel fondo del detto vaso eguale all'apertura della cannella; e così
Fig. 7. Tav. 1. dalla conserva A B C D alta, e larga un piede, nel fondo della quale all'apertura E era applicato un cannello E F lungo 3. piedi, e nella parte E larga tre linee, e dalla parte F linee 3. $\frac{1}{2}$, benchè senza cannello, com'egli scrive, dovessero escire per l'apertura E nello spazio di 60. minuti secondi quattro mezzette d'acqua, o poco meno, secondo le regole da lui date, e dalla medesima apertura col cannello F G, cioè coll'altezza d'acqua di 4. piedi, quanta si suppone essere l'altezza G F, altre volte fossero escite mezzette 8. $\frac{1}{3}$; con tutto ciò dalla conserva non escì nè l'una, nè l'altra copia d'acqua, ma una quantità mezza proporzionale tra 4., e 8. $\frac{1}{3}$. Ma dopo mutato il cannello, e pigliatone uno lungo solamente due piedi, e largo 4. linee posto sotto il vaso G E, che teneva 4. dita d'altezza d'acqua, escirono misure d'acqua 12. $\frac{1}{2}$ di quelle, che levato il cannello ne sarebbero escite 8. $\frac{1}{2}$ da E, e 18. supposto il vaso allungato fino ad F, cioè alto 2. piedi, e 4. dita. Di questo effetto l'Autore ne assegna la ragione col dire, che ciò accade, perchè l'acqua s'accelera nel cannello, e colla sua viscosità ne tira l'altra, che è nel vaso A C, la quale trattiene scambievolmente l'altra acqua, che discende per E F; talchè la velocità dell'acqua, che proviene da questo acceleramento, e ritardamento, viene ad essere *geometrica-*

mente

Digitized by Google

mente media proporzionale tra le velocità acquiſtate nelle diſceſe, ovvero nelle altezze dell'acqua G E, G F.

Ma benchè in queſt'oſſervazione io m'accordi coll'Autore, mi ritiro però per più cagioni dallo ſtabilire la regola da lui propoſta, e dall'aſſegnare la cauſa da lui aſſegnata; primieramente perchè ſe foſſe vera la cauſa aſſegnata, dipendendo l'aumento della velocità, e della riſpettiva diminuzione dallo ſteſſo principio, e perciò eſſendo compoſta da un'eguale aggiunta, e ſcemamento, pare, che il reſto della velocità doveſſe piuttoſto corriſpondere alla media proporzionale aritmetica, che alla geometrica, come è noto dall'oſſervazione. Secondariamente perchè io ſtimo impoſſibile, come ho dimoſtrato nella lettera ſcritta al famoſo Leibnitzio, che la velocità dell'acqua inferiore poſſa operare nella ſuperiore. In terzo luogo perchè aſſolutamente credo, che l'accreſcimento della velocità dipenda dalla preſſione dell'aria fatta nella parte ſuperiore, e che il ritardamento non derivi da altro, che dalla reſiſtenza maggiore ne'cannelli ſtretti, e più lunghi, come è quello nell'eſperienza preſente, che non ha più di 4. linee di diametro, e tre piedi di lunghezza, come anche lo ſteſſo Signor Mariòtte, peritiſſimo in queſte coſe, poco più ſotto ſoggiunſe. Queſta opinione rimane confermata da due altre eſperienze portate nello ſteſſo luogo; imperciocchè eſſendo il cannello E F lungo due piedi, e di diametro $\frac{5}{6}$ d'una linea, vi paſsò tanta copia d'acqua, quanta ne paſsò tagliato che fu il cannello all'altezza di un dito; impedendo il ſoffregamento ogni acceleramento, come nello ſteſſo luogo è ottimamente notato. Al contrario poi applicato il cannello E F lungo *6*. piedi, e largo un dito, il vaſo A B C D di un piede, ad uſo di cubo, ſi vuotò in 37. minuti ſecondi; ma ſegato il cannello in due parti eguali in H, ſolamente in 45. minuti ſecondi, ed intieramente ſegato in E, ſi vuotò in 95.; dalla quale oſſervazione ſe ne può dedurre, che la proporzione della velocità media ſupera di molto la media proporzionale geometrica, e ſi accoſta alla vera proporzione dell'accelerazione della velocità, ſiccome fatto il calcolo, facilmente ſi conoſcerà.

III. Dalle coſe già dette è facil coſa il dimoſtrare, *che ſe la parte più lunga del ſifone ſarà alta 33. piedi, l'acqua eſcirà dall'orifi-*

Fig. 6. Tav. I. *zio S colla stessa velocità, che avrebbe l'acqua nel cadere da I in R, cioè da D in V, che anche in questo caso è la differenza della lunghezza delle braccia. Ma se il braccio più lungo eccederà l'altezza di 33. piedi, non per questo si accrescerà la velocità, ma continuerà sempre la medesima, cioè della discesa I R.*

Imperciocchè equivalendo I C a tutta la pressione dell'aria, e impiegandosi la parte R C per sostenere l'acqua in C B, il resto della forza dell'aria, che preme in B, non sarà maggiore della pressione di I R, qualunque sia la lunghezza del braccio. Perciò si ha da notare che essendo l'altezza B S minore di 33 piedi, allora sempre dall'aria, che preme in S, viene impedita una simile pressione in C, o pure il rimanente di essa in B, e conseguentemente si sminuisce quella velocità, che per altro si avrebbe. Ma quando l'altezza B S è precisamente di 33. piedi, supposto sempre, che 33. piedi equilibrino la pressione dell'aria, allora resta primieramente libera da ogni impedimento la velocità in B, e la pressione dell'aria in C non da altra forza viene combattuta, che da quella de' due fili, o cilindretti d'acqua B C; e perciò non potendosi avere dalla stessa potenza una maggiore velocità, che colla sottrazione di tutta la resistenza, tolta quella in B col maggiore allungamento del braccio B S, non si potrà crescere la velocità in B, e conseguentemente nè meno la quantità dell'acqua, che è determinata dalla velocità, e dalla sezione del sifone in B. Se poi sia per continuare ad essere pieno il sifone nella parte B S, non lo saprei assolutamente determinare; imperciocchè sembra, che la resistenza dell'aria in S possa trattenere piena una certa parte del sifone: al contrario poi quelle bolle, che escono dall'acqua non compresse dall'aria, e che vengono alla sommità del sifone, pare, che possano alquanto impedire la pienezza del sifone B S. Questo bensì più risolutamente asserisco, che se il sifone rimane pieno in qualche parte del lato B S, in S non vi sarà maggiore velocità, che in B; ma che se poi si vuoterà il sifone, tal che l'aria possa penetrare in B per la parte S B, senza essere spinta all'ingiù dall'impeto dell'acqua in B, cesserà tutto il moto, e succederà la quiete nel sifone.

Continuando a tener pieno il sifone, si potrebbe accrescere la velocità

locità nella cima del sifone B collo scorciare il filo, o cilindretto B C, come se si piegasse il sifone più giù, o pure si tirasse sopra il piano orizzontale C A; imperciocchè allora avressimo il massimo grado di velocità possibile, che verrebbe dalla pressione dell'aria, se colla lunghezza del braccio A S si levasse tutta la forza dell'aria, che preme in S.

Non crederei, che fosse per essere cosa inutile, e disdicevole investigare la verità di queste stesse speculazioni con altri metodi, cioè col mezzo delle parti de' sifoni, da' quali è composta la tromba. Imperciocchè è manifesto, che tal sorta di sifoni equivale a due cannelli perpendicolari, e ad un orizzontale, che li unisce; e perciò cercheremo, secondo diverse combinazioni, qual moto sia nel tubo perpendicolare, che sale, quale in quello, che discende, e quale nell'orizzontale, acciocchè da queste cognizioni veniamo in chiaro, quali siano le mutazioni, e l'alterazioni de' fluidi ne' cannelli chiusi secondo la diversità de' casi.

Consideriamo adunque il sifone perpendicolare, ed uniforme A B C D pieno d'acqua, ma ferma: dalle cose sopraddette si deduce, che esposto all'aria libera, sarà egualmente compreso dal peso dell'aria tanto nella parte A B, quanto nella C D: per la qual cosa se l'acqua A B C D non fosse grave, o pure eguale in specie alla gravità dell'aria, a cagione di questa eguale pressione non seguirebbe alcun moto; ma perchè l'acqua è veramente grave, e più grave dell'aria, preme con tutto il suo peso contro il fondo C D colle forze, che provengono dall'altezza A C; laonde prepondererà la pressione in C D, che viene cagionata dall'aria, che preme sopra l'orifizio A B, e dall'acqua A D: equivalendo adunque la forza dell'aria all'altezza di 33. piedi d'acqua, aggiunta l'altezza A C, la quale si suppone essere per esempio di 4. piedi, tutta la forza in C D sarà di 37. piedi; ma perchè ancora l'aria inferiore preme contro C D con tanta forza, quanta ne ha tutta l'altezza dell'atmosfera, cioè di 33. piedi d'acqua, e con essa resiste al moto dell'acqua per C D, se si sottrarrà la resistenza di questa dalla forza, che fa quella per escire da C D, ci rimarrà solamente l'altezza dell'acqua A C. Dal che se ne raccoglie, che la veloci- Fig. 1. Tav. 1.

Digitized by Google

velocità, colla quale escirebbe l'acqua dal predetto sifone nell' aria libera, sarebbe la stessa, che avrebbe nel vuoto a cagione dell' aumento, e decremento della velocità, che viene prodotta dall' aria. Ma suppongasi, che l'acqua scorra, e che alle parti A B ne venga somministrata tanta copia, quanta ne fa di bisogno; in questo caso due considerazioni possono aversi, una combinando col flusso dell' acqua la forza, e resistenza esercitata dall'aria nell'una, e nell'altra apertura; la seconda prescindendo da essa, e se si prescinde, non potendosi supporre l'acqua nella sezione A B senza velocità alcuna; imperciocchè in quel caso dovrebbe essere infinita, *come dallo Scolio 3. Proposizione 8. libro 5. del mio trattato della misura dell' acque correnti* è manifesto; se s' intenda, che l'acqua in A B abbia qualche velocità, questa sarà uniforme alla velocità dovuta ad una certa discesa, per esempio, E F; e descritte circa l'asse prolungato del sifone dall' una, e l' altra parte le quarte di Iperbola, sarà l'area A I H B la sezione verticale dell' acqua, che cade nel sifone; e perciò non riempirà l'orifizio C D, ed il moto non si farà per tutte le parti del sifone; il che ancora accadrà, se l'aria inferiore per mezzo del maggior diametro del sifone potrà entrare a riempir gli spazj C A I, D B H: nè però potrà comunicare coll' aria superiore in E a cagione della velocità A B, e dell' altezza dell' acqua sopra A B. Ma se, come nel primo caso, s'intenda il sifone immerso nell' aria, la quale per la strettezza dello stesso sifone non vi possa subentrare, allora la pressione di sotto, e di sopra conserverà il sifone pieno, l'acqua però escirà, come sopra s'è dimostrato, con quella velocità, che può prodursi dall' altezza A C; e perchè non può essere, che l'acqua in tutta la discesa A C si muova colla velocità C prodotta solamente dalla sua gravità, abbiamo già nella lettera scritta al famoso Leibnitzio dimostrato, che l'aria superiore incalza l'acqua in A B con tutta la sua forza, che equilibra l'altezza di 33 piedi d'acqua, acciocchè si faccia la velocità uniforme in tutto il sifone A D.

Mantenuto adunque pieno il sifone, si supponga unito al sifone
Fig. 9. Tav. 1. A D un altro cannello orizzontale D F, il quale abbia lo stesso diametro: è manifesto, che essendo disuguale la pressione dell' acqua sopra D, ed E, la media velocità sarà minore per la sezione D E di quel-

quello, che prima sia stata per C D, dove la mezza è eguale alla massima D; e perciò non passerà tant' acqua per D F, quanta ne passava prima per A D, e conseguentemente la velocità in A D sarà qualche poco ritardata dall' aggiunta del cannello D F. Essendo adunque aperto l' orifizio E D, o pure F H, l' acqua si muoverà colla velocità D H maggiore della E F, e tra E, e D saranno maggiori, o minori le velocità, secondo la maggiore, o minore pressione dell' aria in ragione suddupla dell' altezze; ed il tubo continuerà ad essere pieno per l' eguale pressione dell' aria in F H, ed A B. Ma se al cannello D F se ne aggiunga un altro perpendicolare H K, che volti all' insù, perchè l' impeto dell' acqua in F G talmente si riflette, che può alzare l' acqua fino all' orizzonte A N, ne segue, che in tutta la sezione F G vi sarà la stessa velocità, che è in L E, cioè quella, che conviene alla discesa B E, che per altro è minore della primiera velocità media nella sezione D E, o F H, come che eguale alla minima E F; e perciò ne segue ancora, che per la piegatura del tubo in F G viene ritardata la passata velocità in tutto il sifone A C M G, e che la detta velocità diviene uniforme per essere eguale alla massima della discesa B E. Molto più si ritarderà la velocità, ogni qual volta si allunghi il tubo in I K, poichè per la medesima ragione la velocità in I K è quella, che nascerebbe dalla discesa B O, ovvero N K; e perciò essendo la stessa velocità in I K, ed in F G a cagione della supposta uniformità del tubo, mentre dovrebbe per altro secondo le leggi della natura essere maggiore in F G, che in I K, ne viene di conseguenza, che la velocità in F G sia ritardata, e solamente eguale a quella, colla quale nella sezione O P il fluido discende naturalmente per B O; e per questo la velocità in tutto il sifone dipenderà dall' abbassamento della sezione I K sotto l' orizzontale A B N; come anche succederebbe, se sotto la sezione P O sempre si assottigliasse il sifone fino in C colla proporzione sopraddetta, e fosse uniforme in D F, allargandosi sempre più colla stessa proporzione l' altro braccio rivoltato all' insù; tal che le sezioni del sifone fossero sempre reciproche alle velocità naturali accelerate, o ritardate secondo la ragione della salita, o della discesa. Per la qual cosa essendo il canale di tutto il condotto

P C

P C M K più largo, che non dovrebbe, è evidente, che la velocità è da per tutto ritardata, e solamente in P O, e I K è libera, e naturale, e per conseguenza che o si muoverà solamente una certa porzione d'acqua nel tubo P C M K, o pure che se si muove tutta, come è più probabile, si muove con moto uniforme, venendo comunicata all'acqua, che non si muove, una quantità di moto dalla velocità maggiore, che detratto da quella, che si muove, fa, che l'una, e l'altra si muova di moto uniforme.

Fig. 10. Tav. I. Ma s'intenda di nuovo congiunto al sifone F K un altro tubo orizzontale I M dello stesso diametro; e perchè l'acqua è spinta in K dall'altezza N K, ed in D dall'altezza N D, si fa manifesto, che la velocità sarà maggiore in K, che in D, e che l'acqua escirà dall'apertura L E con queste diverse velocità, e che conseguentemente sarà maggiormente ritardata la velocità a conto dell'unione del cannello orizzontale I M; imperciocchè la velocità media in D K è minore della velocità uniforme del cannello in I K, alla quale nel cannello I M è uguale la massima velocità K L; e perciò con questo ritardamento, o inuguaglianza di moto l'acqua escirà dall'apertura L E, o pure M H. Se poi il cannello ha l'apertura L H, che guardi all'ingiù, e sia orizzontalmente posta, nel discendere che fa l'acqua da M in H la velocità diviene uniforme, ed eguale a quella, la quale acquisterebbe nel discendere da N in H, o pure da Q in H. Ma se a questa apertura, o sezione L H vi è connesso un altro cannello perpendicolare L O, che vada all'ingiù, segue allora lo stesso, che del cannello semplice perpendicolare abbiamo detto; imperciocchè essendo la velocità L H quella stessa, che deriva dalla discesa N K, o Q H, sarà ancora la medesima, che nel cannello P H: seguirà adunque lo stesso, se al sifone storto B F C M H si congiunga il cannello perpendicolare L O, sicchè lo stesso L O si supponesse unito solamente al cannello P H; e perciò, siccome se il cannello P H si allungasse in N O, la velocità della sezione inferiore N O si farebbe maggiore, che in L N, e corrisponderebbe alla discesa P N, così storto il cannello K L in N, la velocità in N O sarà maggiore, che in L N ec. Laonde è manifesto, che per l'allungamento del cannello L O la velocità

locità in L N, e conseguentemente in tutto il cannello, in qualunque maniera storto, si accrescerà dalla pressione dell' aria in A B, come sopra si è detto.

Finalmente se al cannello L O si unisce primieramente un altro cannello orizzontale O T uniforme agli altri, ed a questo un altro perpendicolare T X, che volti all' insù, ne segue dalle cose premesse, che la velocità in O T, essendo libera l' uscita in T Z, sarà ineguale, e ritardata, e che dovendo essere riflesso il moto all' insù alla parte S V, si ritarderà sempre più, quanto più l' apertura, dalla quale ha da escire l' acqua, si accosterà alla linea orizzontale P X; tal che, se l' apertura sarà V X, in essa ne succederà la quiete, e se sarà C D, resterà ivi una tale velocità, quale si richiederebbe nella discesa V C. *Fig. 11. Tav. 1.*

Laonde acciocchè esponiamo con una sola figura le cose sin quì dette, dico, che dalle ragioni sinora esposte si fa evidente, che l' acqua nel semplice cannello A B si muove colla velocità della discesa A B: in A B C con una velocità minore della discesa A B, ma proporzionale di mezzo tra A B, e A I: in A B C D colla velocità della discesa A L: in A B C D E con una velocità media proporzionale tra M N, M D: in A B C D E F colla velocità della discesa O P: in A B C D E F G con una velocità media proporzionale tra O F, O P; e finalmente in A B C D E F G Q colla velocità della discesa H Q, cioè con quanta (e questo serve in tutti li casi predetti) escirebbe da un vaso, che nel fondo avesse l' apertura Q, ed avesse tant' altezza d' acqua, quanta è H Q; se non che quando deve escire per sifoni orizzontali, in vece dell' apertura nel fondo del vaso, se ne dee fare una eguale in uno de' lati del vaso, e toccante il fondo. *Fig. 12. Tav. 1.*

Di quì manifestamente ne segue, che supposto il sifone curvo C D E F, e l' apertura C immersa in un vaso pieno d' acqua, la di cui superficie si conservi sempre alla medesima altezza, e supposto che cavata da questo sifone l' aria, l' acqua si muova per C D E F, l' acqua sarà premuta in C da tutta la forza dell' aria, che equivale all' altezza di 33. piedi d' acqua, ma che nell' alzarsi fino a C D verrà a poco a poco ritardata, tal che in D, o pure in E la velocità rimasa sarà eguale a quella, che conviene all' altezza di 33. piedi, sottrattane però

l' altezza C D: ma nella discesa E F l' acqua si farà più veloce, tal che nella sezione R, da me concepita nell' orizzonte C R, vi sia per essere di nuovo nel sifone tanta velocità, con quanta l' acqua veniva prima spinta in C dalla pressione di tutta l' aria, che non era da cosa alcuna impedita, di maniera che se l' aria preme egualmente in R, necessariamente dee succedere l' equilibrio; se poi il sifone sia maggiormente allungato come in F, perchè la velocità viene accresciuta dalla maggiore lunghezza R F, la velocità solamente sarà quella, che deriva da tutta la pressione dell' aria, o dall' altezza di 33. piedi d' acqua accresciuta dall' altezza R F; e perciò se in F non vi fosse alcuna resistenza, l' acqua escirebbe da F colla predetta velocità; ma perchè l' aria resiste alla parte F con tutta la sua pressione equivalente all' altezza di 33. piedi d' acqua, se dalla predetta altezza si sottrae la resistenza di 33. piedi, il resto dell' altezza sarà l' altezza R F; e perciò l' acqua escirà da F colla velocità, che acquista nella discesa R F, oppure con quella, colla quale escirebbe dal fondo di un vaso, nel quale l' acqua fosse tanto alta, quanto R F, come ancora colle sopraddette dimostrazioni abbiamo provato.

Da quello, che fin ora abbiamo detto, si raccoglie, prima, che ne' sifoni curvi, e ne' cannelli in qualunque maniera rivoltati, purchè il fluido esca da un cannello perpendicolarmente rivolto all' insù, o all' ingiù, le velocità sono tutte uniformi, e che se l' acqua esce da un cannello orizzontale, non si muoverà di moto uniforme in tutte le sue parti, ma di difforme; e più generalmente se ne deduce, che ogni velocità del fluido, dopo che è escito dall' apertura del cannello, se è all' ingiù, è ritardata, se all' insù, accelerata, e se nel piano orizzontale dell' apertura, rimane nel suo stato naturale.

Secondariamente ne segue, che l' apertura del cannello, dalla quale esce il fluido, è quella, che regge la velocità in tutto il corso per lo stesso cannello; talchè per essere quella ora posta in un piano, ora in un altro, accade, che nel cannello ora l' acqua si muova con una velocità, ora con un' altra.

Finalmente è evidente, che allora quando l' apertura, dalla quale esce il fluido, è la stessa sezione del cannello orizzontale, la velocità

nel

nel cannello perpendicolare immediatamente unito, e per conseguenza in tutto il cannello si potrà precisamente determinare nel dato caso, ritrovando o il centro della velocità dell' apertura, per la quale sgorga il fluido, o la velocità media; imperciocchè quella velocità, che conviene all' altezza dell' acqua sopra il centro della velocità, è la stessa, che uniforme, ed equabile si conserva in tutto il cannello, e la velocità media nel cannello orizzontale è la medesima di tutte le sezioni del cannello.

Questo è quanto, gentilissimo Signor Magliabechi, io ho pensato circa il moto dell' acqua ne' sifoni, ed ho potuto confermare con qualche esperienza, ringraziandovi tra tanto grandemente delle ragioni, colle quali mi avete persuaso ad applicare di nuovo allo studio della misura dell' acque correnti, in tempo, nel quale mi era dato alla medicina; il che ne riuscirà di non piccolo fondamento per l' una, e l' altra scienza. Ma debbo similmente ringraziare il Sig Papino mio Oppositore, che colle sue osservazioni fatte intorno le mie dimostrazioni mi ha dato motivo d' applicarmi a questa prima utile parte dell' Idrostatica, e d' acquistare queste nuove cognizioni; ricavandosi per verità dalle virtuose dispute, nate tra uomini onorati, sempre qualche utilità; imperciocchè se le obbiezioni sono vere, levano lo scrittore d' errore; se sono dubbiose, o false, gli assottigliano la mente per dilucidare, e accrescere molto più quella parte della scienza, sopra la quale si era posto a scrivere; cosa, che deve essere lodata, e desiderata da tutti gli uomini letterati. Se farete capitare una copia di questa mia al Sig. Leibnitzio nostro comune amico, mi farete un favore, che mi obbligherà ad essere sempre più

Bologna 16. Febbrajo 1692.

Vostro Divotissimo Servo, ed Amico
Domenico Guglielmini.

LETTERA TERZA IDROSTATICA
SCRITTA DAL SIGNOR
DOMENICO GUGLIELMINI
All' Eruditissimo Signor
ANTONIO MAGLIABECHI
BIBLIOTECARIO DEL SERENISSIMO
GRAN-DUCA DI TOSCANA.



Uesta è la disgrazia delle Scienze, che non potendo gli uomini tutti pensare nel medesimo modo, sieno tra loro divisi in differenti opinioni: senza ciò, con quanta maggiore felicità elleno s'avanzerebbero a miglior condizione! Avvegnachè però questa differenza di sentimenti sia molto nocevole a chi studia, e spesso appanni il terso della virtù, che rimane quasi da nuvola per essa offuscata; contuttociò non di rado avviene, che tra le spine di differenti partiti, e contrasti crescono certi bei semi di verità, li quali come che rimangano per molta età nascosti, e quasi tra bronchi, e cardi sepolti, vengono finalmente a metter fiori di graziosa avvenenza, e di maravigliosa fragranza. Io non sarei che ridire il già detto, se volessi mostrare, che così sempre riuscirono i primi sbozzi della virtù, e della scienza. Voi sapete abbastanza quanta farragine d'opinioni si trovino in Laerzio, in Plutarco, ed altri, tra le quali la verità quasi impaniata non si svolse, e sviluppò in un tratto, ma solo dopo essersi o sciolte, o annientate le difficoltà, che la imbarazzavano. La maggior parte d'esse furono levate altre dal tempo, altre dalla forza della ragione, altre dall'evidenza degli sperimenti: non pertanto ne rimangono ancora alcune, e sempre ne rimarranno di simili a queste, fomentate dall'amor proprio, e dal pregiudizio, le quali non finiranno se non colla vita de' loro autori, e partigiani; e queste sono di quella sorta, che solo la lunga età può vincere, e superare. Non vi meravigliate adun-

adunque, se vi sembrerò più del dovere impegnato a sciorre quelle obbiezioni, le quali il Sig. Dionigi Papini Matematico di Marburgo, egualmente sottile, che ingegnoso, ha pubblicato la prima volta contro al mio Libro* sulla misura dell'acque correnti, poscia contro alla seconda mia lettera Idrostatica a voi diretta. Imperciocchè io so tanto conto del suo candore, e della sua retta intenzione, che quando mi riuscisse una volta di sgombrare quelle oscurità, che pajono avvolgersi alla verità d'alcune mie Proposizioni, io mi lusingo, ch'egli m'ajuterà a promuovere l'Idrometria giudicata tanto utile da tutto il Mondo; giacchè io non potrò gianmai indurmi a credere, che un uomo sì dotto possa lasciarsi reggere da pregiudizj, e preferire l'affetto delle sue opinioni alla verità. Il che se mai avvenisse, come lo bramo, cosa non si potrà mai aspettare da un uomo cotanto pratico in questi studj, che ha tutto l'agio di fare sperienze, e tutto il talento, il tempo, e l'impegno del ben pubblico: in una parola da un uomo, a cui nulla manca di ciò, che può servire a perfezionare l'Idrometria?

Ma per non differirvi più a lungo la lezione di questa materia, e per avanzarmi sempre più verso ciò, che riguarda la nuova controversia tra il Sig. Papino, e me, egli è di mestieri avvertirvi dello stato della presente quistione. Voi ottimamente sapete, che il dottissimo Avversario non si trovò contento della mia seconda Proposizione del secondo Libro *della misura dell'acque correnti*: voi siete ancora informato d'averne io fatta l'apologia nella mia prima Lettera Idrostatica impressa l'anno *1691.*, e diretta al chiarissimo Matematico Leibnizio: ad essa Lettera ne aggiunsi una seconda scritta a voi, nella quale pubblicai, e dimostrai alcune Proposizioni subalterne nate all'occasione della prima controversia intorno alla velocità de' fluidi ne' sifoni ritorti. Ma non essendo contento il Sig. Papino di confermare la prima sua obbiezione, anzi volendo aggiugnerne un'altra nuova in una sua Lettera all'Ugenio, non lascia d'essermi liberale di nuovi avvertimenti, e farmi grazia di nuove riflessioni intorno le mie dimostrazioni circa le velocità de' fluidi ne' sifoni. Imperciocchè non si trovò soddisfatto del mio modo di dimostrare: trovò varj difetti nella mia argomentazione, e negò affatto di convenir meco nelle mie Proposizioni. Ma se ciò con verità, e con

giu-

giustizia, lo vedrete in appresso. Avendo io dunque rescritto al Signor Leibnizio, non ha guari, tutto ciò, che mi parea servire a confermare la mia opinione sulla Misura dell'Acque correnti, permettetemi, ch'io di nuovo vi scriva su ciò, che appartiene al moto de' fluidi ne' sifoni, pregandovi a trasmettere una copia di questa Lettera al Signor Papino per mezzo d'alcuno de' suoi Concittadini, che vengono costà a trovarvi, e a consultarvi in folla, come se fosse l'Oracolo Delfico.

Dissi nelle Lettere Idrostatiche alla pag. 432., che *ne' sifoni di braccia disuguali l'acqua correrà per lo più lungo colla stessa velocità, che escirebbe da un vaso, che tenesse l'acqua tanto alta, quanta è la differenza de' cannelli, purchè il più lungo non sia maggiore di 33. piedi;* e dimostrai vera tale proposizione da questo, che nel sifone A B C D, il cui braccio più lungo sia B D, se questo intendasi rivoltato in D E, siccome l'altro B A in A F, in guisa che A F, D E sieno due tubi di tale altezza, che possa compensare la pressione dell'aere, che si presenta agli orifizj A, D, vi sarà nel sifone allungato F A B D E quel moto stesso, che era, o saria nel sifone A B D. Poichè essendosi all'azione, e resistenza dell'aere sostituite eguali azioni, e resistenze de' tubi F A, D E, ed uscendo dal tubo F A B D E, o sia da E l'acqua colla velocità dovuta alla discesa F G eguale ad A H, o sia alla differenza de' bracci del sifone, converrà dire, che la velocità in D sarà quella stessa, che avria l'acqua, che esce da un vaso, la cui altezza fosse eguale alla differenza delle braccia del sifone.

Tav. 1. Fig. 1.

Quì il Signor Papino assolutamente niega, che l'acqua sia per escire dall'orifizio E colla velocità corrispondente alla discesa F G: sebbene ella sia bene equilibrata in G A B C D E, per essere all'istesso livello G E, e il preponderar di F G debba cagionar movimento; non perciò, dice egli, ne segue, che la velocità in E debba seguire la regola della maggiore altezza F G. " Imperciocchè, quantunque in una bilancia, „ le cui bacinelle si caricassero di pesi diseguali, ex. gr., due libbre in „ una, ed una sola nell'altra, la sola libbra, che costituisce la differen- „ za de' pesi, cagionasse il movimento, senza che si conserverebbero „ l'altre in equilibrio; non perciò ne verrebbe, che tal movimento fosse „ per essere d'eguale velocità a quella, che acquisterebbe il peso d'una „ libbra,

Digitized by Google

„ libbra, che discendesse liberamente nell'aria. Anzi all'opposito egli „ è certissimo, che tale eccesso di gravità operando in una sola libbra, „ e non potendola muovere, senza dar moto all'altre due applicate all' „ estremità della stessa bilancia, egli è di necessità, che il moto impres- „ so a tutta la macchina sia assai più tardo ec. " Così il Signor Papino, che segue a ricercare la velocità de' pesi applicati alla bilancia nella loro discesa, confrontandola colla velocità acquistata discendendo liberamente.

Ma mi sembra, che poco a proposito quì adducasi l'esempio della differente velocità del peso, che discende nella bilancia, da quella, che avria nella libera discesa nell'aere. V'ha tra il moto de' fluidi, e quel de' solidi tal differenza, che i momenti di questi dipendono dalle diverse circostanze sì della loro gravitazione, come della loro velocità, e principalmente dalla forza del momento, e dalla massa della materia messa in movimento: all'opposito i movimenti de' fluidi derivano dalla sola altezza; ciò, ch'è vero, avendo riguardo sì alla semplice pressione, come ai gradi di velocità generati da essa, come osservai nella citata lettera, alla pag. 429. Ora, acciocchè ciò meglio intendasi, sia A B C D un vaso ampio, e a lui unito un sottil cannello comunicante D E F, e sia il fluido contenuto in A B C D quanto si voglia grande, e l'altro in D E F di molto minor quantità. Ciò supposto, se alcun volesse computare le impressioni della gravità, dalle quali vengono investite le parti del fluido A B C D, e volesse paragonarle alle simili, dalle quali sono pure investite le parti del fluido nell'angusto cannello D E F, arguirebbe ottimamente avervi tra quelle, e queste quella proporzione, che avvi tra la materia, e l'ampiezza del vaso A B C D, e la materia, o sia l'ampiezza del cannello D E F; ma non perciò ben dedurrebbe, essere l'eccesso de' momenti, e il prevalere delle pressioni quello, che obbligasse il fluido a salire per il cannello D E F sopra il livello A B F. Il Signor Papino potrà vedere la dimostrazione di questo fenomeno presa dalla supposizion fisica nel mio Trattato della natura de' Fiumi Cap. I. Propos. V. Egli è dunque falso, che si debba dedurre il moto ne' fluidi, come ne' solidi, dall'eccesso della gravitazione, ma solo dalla maggiore altezza, da cui sola deriva il prevaler de' momenti. Egli

Tav. 2. Fig. 2.

Digitized by Google

gli è altresì chiaro, che l'ampiezza del vaso nulla punto contribuisca alla velocità dell'acqua, ch'esce dai lumi d'esso. Imperciocchè tali velocità sono tra loro come le radici dell'altezze, senza alcun rispetto nè alla figura, nè alla capacità del vaso, come dagli altrui, e miei sperimenti deducesi, e come dimostrai l. c. Prop. VI. Quindi la quantità della materia messa in moto non dà alcun fondamento, onde determinare maggiore, o minore velocità al fluido.

Ma più in compendio, e più a proposito: suppongasi il sifone curvo A B C D tuffato in un vaso, la cui altezza H F, ripieno dello stesso fluido, di cui è il sifone: sia l'altezza F N tanta, quanta era prima, cioè quanto basta a far le veci dell'aere premente in A: suppongasi ancora il tubo D E ripiegato orizzontalmente in E N, in guisa che N addivenga il lume, o sia foro, ovvero orifizio scavato nel lato del vaso M K. Egli è certo, che un tubo, per quanto ripiegato siasi, avrà la stessa natura, che ha il tubo in quella Proposizione del Signor Papino, che diede origine alla nostra disputa, dove s'è dimostrato colla ragione, e colla sperienza alla mano, che la velocità in N è la stessa, che corrisponde alla discesa F G. Imperciocchè reciso sempre più, e accorciato il tubo, la velocità in N rimase sempre la stessa, e conseguentemente quella medesima, con cui l'acqua saria escita dal lume N coll'altezza M N, o sia F G, o sia A H eguale alla differenza delle braccia del sifone. Quindi avendo lo sperimento da me fatto circa la Proposizione del Signor Papino ratificata la stessa cosa, che la dimostrazione da me in quel luogo recata, a cui già diede il suo assenso il dottissimo Censore, ed essendo questa dimostrazione, diretta a provare la falsità della detta Proposizione, la stessa, con cui mostrai la mia asserzione intorno i sifoni ritorti, o ripiegati, egli è evidente, che la natura favorisce, e seconda le mie dimostrazioni, e che in niun modo zoppica ciò, ch'io dissi, sottraendo i momenti dai momenti, per conchiuder a mio favore ciò, ch'io proposi.

Tav. 1. Fig. 1.

Se desiderate sapere, perchè un peso di 3. libbre in una bilancia contrapposto a un altro di libbre 2. non discenda nel modo, che discenderebbe nell'aria liberamente un peso d'una sola libbra, lo spiegherà lo stesso Signor Papino, e vi dirà, che un peso di 3. libbre per l'azioni

suc-

fucceffive, e replicate della gravità, che fono $\frac{1}{3}$ dell'altre, dee non folo fpingere a baffo fe fteffo, ma altresì alzare il pefo di libbre 2. Quindi $\frac{1}{3}$ dell'azione del pefo di libbre 3., o fia l'azione del pefo d'una libbra dee diftribuirfi in 5. libbre, le quali fa di meftieri, che fi muovano d'un moto uniforme; e perciò egli è neceffario altresì, che ciafcuna libbra del pefo applicato alla bilancia abbia $\frac{1}{5}$ della velocità, che avria il corpo d'una libbra, che difcendeffe liberamente nell'aere; poichè le velocità ne' corpi eguali fono tra loro come le forze motrici, e così fi viene ad avverare la legge del Signor Papino, fecondo la quale le velocità de' pefi nell'aere libero fono alla velocità nella bilancia come la fomma de' pefi alla lor differenza. Ma nello fcorrere dell'acqua per li fifoni non v'ha veruna comunicazione di moto, o d'impreffioni nelle parti dell'acqua. Imperciocchè tutta quefta dal pefo dell'aere, e dalla propria gravità è fpinta, e portata fino all'orifizio del braccio del fifone con quella velocità, che le permettono le refiftenze: effendo fempre pronta l'applicazione dell'aere ad accrefcere, fe vi fia d'uopo, la velocità fino a quel grado, che le può dare l'altezza dell'aere, o fia 33. piedi d'acqua, e nulla più. Quindi non v'è maggior titolo di maravigliarfi, che colla fteffa velocità fi muovano i fluidi ne' fifoni, o fieno quefti larghi, o gracili, o fia che il braccio, che li porta fuori, fia più alto dell'altro, o fia eguale (purchè le differenze dei bracci fieno eguali), benchè le quantità della materia in moto fieno differenti, o fia che abbiano una, o altra diverfa proporzione, di quello che nel Barometro s'alzi il Mercurio alla fteffa altezza, o fia che il cannello fia largo, o fia angufto. Da ciò fi rileva, che il moto de' fluidi nei fifoni non deriva dal preponderare dei filamenti dell'acqua, ma dal prevaler dei momenti, a cui equivale il prevaler dell'altezza.

Affine che quefta afferzione abbia maggior evidenza, fi vuol fapere, che in tutti i gravi vi fon due momenti, l'uno, che chiamafi di *pura gravità*, l'altro *di difcefa*. Per cagion d'efempio, fe vi fieno due corpi A, B dell'ifteffa gravità fpecifica, ma di volume differente, e perciò di diverfo pefo affoluto, egli è certo, che la gravità del corpo A alla gravità del corpo B farà come il volume del primo al volume del fecondo: ma i momenti *di difcefa* non fon- *Tav. 1. Fig. 3.*

tra loro nella ſteſſa ragione, ma ſono amendue eguali, ſe ſi prendano dal principio del loro moto. Ma dopo tal principio tali momenti ſono tra loro nella ragione ſuddupplicata delle diſtanze dal principio del loro moto, ex. gr. delle linee A D, B C; imperciocchè van creſcendo ſecondo la miſura de' tempi, ne' quali diſcendono, com'è ſtato dimoſtrato dal Galileo ne' ſuoi dialoghi, e dall'Ugenio nel ſuo orologio oſcillatorio. Quindi l'impeto, che riſulta da amendue i momenti e della gravità, e della diſceſa, o ſia più generalmente dalla velocità, e dalla materia del mobile, ha una ragione infinita al puro sforzo della gravità, o ſia alla forza morta; poichè queſta è coſa elementare, e ſemplice, mentre l'altra componeſi dall'infinita repetizione delle preſſioni, che va ſucceſſivamente generando la gravità. Interviene una coſa ſimile ne' fluidi. Finchè queſti ſtanno in ripoſo nel tubo, ex. gr.
Tav. 1. Fig. 4. B C, il loro sforzo verſo il fondo, e contra i lati è una ſemplice preſſione compoſta dalla maggiore, o minore quantità di elementi, che coſtituiſcono tale preſſione, la ſomma de' quali è proporzionale all'altezza del fluido. Quindi ne deriva l'equilibrio, quando il livello è lo ſteſſo, giacchè eguali altezze hanno altresì eguali ſomme di tali preſſioni. Ma ſe i fluidi eſcan dal vaſo, allora tragittando dalla quiete al moto, come avviene ai ſolidi, che diſcendono, la ragione dell'impeto, o ſia della velocità è diverſa da quella della materia; e queſta ragione corriſponde alle radici dell'altezze de' fluidi, dovendo le parti de' fluidi, come i ſolidi, diſcendere o realmente, o equivalentemente dalla ſommità dell'altezza fino al foro, o alla luce. Quindi quando l'acqua è diſceſa da C in B, ha acquiſtata in B tal velocità, in virtù della quale poſſa, rivolgendoſi in ſu, riſalire alla prima altezza F C, in guiſa che creſcendo nel diſcendere le velocità nella ragione ſteſſa, in cui creſcono le ſemiordinate nella parabola B C H, nell'atto, che il fluido ſale pel tubo B A, decreſcano nella ſteſſa ragione, e coll'iſteſſo ordine, ma retrogrado. Da ciò ne deriva, che ſe rifletteſi al ſolo equilibrio, debba il tubo ripiegato B I eſſere egualmente alto, che C B; poichè allora ſono le impreſſioni della ſemplice gravità eguali in amendue i cannelli. Ma ſe pongaſi mente agli sforzi, o ſia alle preſſioni impiegate per la diſceſa, o ſia alle velocità generate, potendo il fluido rimetterſi all'iſteſſa altez-

za

za coll'ordine detto, non v'ha dubbio, che la velocità in A sarà tale da poter alzare il fluido da A in I, o sia quella stessa, che acquisterebbe discendendo da I in A, o da C in Z. Vegga adunque il Signor Papino con quanta ragione io mi sia servito nella mia dimostrazione della sola sottrazione de' momenti, che viene definita, e determinata dall'altezza dell'acqua, e quanto poco a proposito abbia messa in campo la quantità della materia, la quale non dee prendersi, nè misurarsi dalla capacità de' tubi, ma dalla loro altezza. Io non finirei mai, se volessi calcolare tutti gli assurdi, che derivano dall'opinione del Signor Papino, ch'io giudico di ommettere, mentre egli avendo compresa la vanità della sua obbiezione, la ristringe al principio del moto: *Fatendum igitur jam quod initio fluxus regula a clarissimo Guglielmino posita valde manca reperietur;* quasi che fosse minore la quantità del fluido da muoversi dopo il principio del moto, che nello stesso principio.

Ma, a dir vero, neppure nel principio del moto la mia regola è difettuosa; imperciocchè, sebben per altri motivi io pensi come il Signor Papino, cioè che la velocità sia minore nel principio dell'escire dell'acqua, che dopo, accadendo lo stesso ne' vasi ancora, come osserva Mariotte nel suo Trattato del moto dell'Acque pag. 192., ec., ed io stesso lo dimostrai nel Trattato della Natura de' Fiumi Proposiz. VI., Corollario I., intesi d'abbracciare lo stesso sintoma de' sifoni nella mia Proposizione, allorchè dissi, che l'acqua saria escita dal braccio del sifone, che la porta fuori, con quella velocità, colla quale escirebbe da un vaso, la cui altezza adeguasse la differenza de' bracci.

Per altro intorno al tempo necessario ad acquistare la velocità, la quale poscia dee mantenersi uniforme, debbo avvertire il Signor Papino, che ciò nulla ha che fare colla quantità della materia in moto; ma solo ciò dipendere dal tempo, che ricercasi, perchè l'acqua discenda dalla superficie fino al lume, il quale ne' vasi liberi è minore, ne' sifoni alquanto maggiore, essendo composto dall'ascendimento pel braccio assorbente, e dalla discesa pel braccio, che porta fuori. Legga il Sig. Papino la verità di questa Proposizione nello sperimento del Mariotte riferito a pag. 194., e nella mia dimostrazione al luogo citato.

Il Signor Papino per la seconda volta mi fa avvertire, che ne' sifo-

ni ritorti v'ha un'altra cagione, per cui la velocità è minore, cioè l'inflessione, o sia piegatura. Io però mi maraviglio, ch'egli non abbia badato a farmi tal avvertimento, quando ei trattava del sifone Vurtembergese negli Atti di Lipsia anno 1690. pag. 225.; imperciocchè in tal passo applicò senza veruno scrupolo la velocità del tubo retto al curvo, come feci io. Dovea egli precedere col suo esempio, e farmi conoscere il merito del suo avvertimento, avanti d'accusarmi, ch'io non ne avessi fatto verun caso.

Sono anch'io d'accordo col Mariotte, e col Papino, che le piegature de' sifoni levano qualche parte della dovuta velocità. Ma aggiungo, che le stesse piegature nè sempre, nè nel modo stesso producono l'istesso effetto. Imperciocchè se i tubi saranno maggiori, l'effetto sarà minore: se gracili, e sottili, sarà maggiore. Anzi la differenza delle piegature in diverso modo agirà, e modificherà la velocità: nè v'è differente ragione per la scabrosità interna del sifone. Ma io dovea prescindere da tutte queste circostanze, per poter determinare con una Proposizione generale qual fosse la velocità dell'acqua, che esce in virtù della natura stessa della cosa. Che questo fosse il mio sentimento, si mostra apertamente da ciò, che dissi trattando della quantità dell'acqua, ch'esce dal sifone alla pag. 434. *Questa misura dee tassarsi, avendo presenti, e in considerazione gl' impedimenti secondo la varietà delle circostanze ec.* Che se vogliamo ridurre a poca, o a niuna cosa gl'impedimenti, che derivano dalle piegature, dai contatti, dalle scabrosità, basta l'immaginarsi tubi d'una grande ampiezza rispetto all'uno, e l'altro orifizio. In questo modo la piegatura non riesce quasi di verun momento, e la scabrosità rimane assai lontana. A me basta d'aver ritrovate le leggi della natura, o, per dir meglio, delle forze operatrici. Altri cerchi la teoria delle resistenze, per tassare, o calcolare la cosa con tutto il rigore.

Ma l'acutissimo Censore ci accenna gl'impedimenti delle piegature.; Imperciocchè ci propone un sifone, che abbia quattro piegature Tav. 2. Fig. 5. eguali, cioè B, C, G, H, e poscia aggiugne: *Si sa, che un corpo messo in moto secondo la direzione A B sarà obbligato in B a piegare verso C, e a fare coll' antecedente direzione l' angolo C B D, e con-*

dotta

dotta C D perpendicolare sopra A D, in virtù delle dottrine meccaniche sarà B D: B C come la velocità in B C alla velocità in B A.; imperciocchè scemasi la velocità nella piegatura B secondo tal ragione. Prendasi poscia C E eguale a B D, e conducasi E F perpendicolare alla direzione B C F, come prima: il decremento, o la diminuzione della velocità nell' angolo C si farà secondo la ragione di C F: C E, che è la stessa, che prima nell' angolo B ec.

Vedete un poco, eruditissimo Signor Magliabechi, di qual metodo servasi per determinare la velocità ne' sifoni, e quanto cattivo uso facciasi delle proposizioni meccaniche! Egli è bensì dimostrato dai Meccanici, che il momento d'un grave sopra il piano inclinato B C è al momento per la perpendicolare come B D: B C. Ma tai momenti tanto sono diversi dalle velocità, quanto la semplice gravitazione dal moto attuale; e perciò non era pregio dell'opera applicar quì la lor proporzione. Che se il Signor Papino intenda di parlare d'un corpo grave, che in B sia investito da tale velocità, che lo possa trasferire fino all'orizzontale C D, ed essendo obbligato a correre una strada B C più lunga di B D, egli è d'uopo, che impieghi più tempo, e perciò perda qualche parte della sua velocità, io ben comprendo, che vogliasi tanto tempo a salire per B D, quanto ad ascendere per B C: ed essendo la discesa per C B alla discesa per B D come C B : B D, come dimostrò il Galileo del mot. accel. Prop. III., e appresso di lui l'Ugenio Orol. oscill. Par. II., Prop. VI., anche il tempo dell'ascesa per C B al tempo dell'ascesa per B D sarà come B C: B D; ed essendo le velocità medie in ragion reciproca de' tempi, la velocità per C B sarà alla velocità per B D come B D: B C. Ma che ha ciò che fare colla materia presente, mentre le dette Proposizioni han luogo nel moto accelerato, e nel sifone il moto è equabile, come si rileva dall'uniformità del tubo? Di più, dato ancora, che l'acqua ritardisi nella piegatura per B C, non per ciò si ritarderebbe, obbligandola a ripiegarsi in C G. Imperciocchè non saria quì applicabile la Proposizione poc'anzi recata; ma per l'orizzontale C G si conserverebbe quasi l'istesso grado, che fosse rimaso in E: molto meno ritarderebbesi la velocità negli angoli G, H; anzi piuttosto accrescerebbesi, non dipendendo il cangiamento

mento della velocità nel caso addotto della Proposizione del Galileo dal cangiamento della direzione, ma dalla diversa obbliquità del piano, e dall' ascender, e discender per esso. Quindi ricuperandosi nella discesa per G H quanto s'è perduto nell'ascesa per B C, ne segue, che in H, B debba ritrovarsi la stessa velocità, nel modo stesso, con cui la stessa rimettesi in L, che prima era in A. Per questo titolo adunque non si perde velocità a cagione della piegatura del sifone, in quel modo stesso, " con cui il mobile discendendo senza interrompimento per quanti si „ voglia piani in qualunque maniera inclinati, sempre acquisterebbe al „ fin d'essi la stessa velocità; e se rivolgesse il suo moto in alto, sali„ rebbe all'istessa altezza, da cui discese, per quanto fosse il numero „ delle superficie contigue, e qualunque fosse l'inclinazion loro, con cui „ se gli presentassero nel suo viaggio, o cammino." Imperciocchè con queste stesse parole il celebre Cristiano Ugenio nel suo Libro *de Hor. Oscil* Par. II., Propos. VIII., IX., eletto Giudice, benchè morto, dal Signor Papino in questa controversia, dà la sua definitiva sentenza.

Se il sentimento del Signor Papino è diverso da quello, ch'io fin ora ho indovinato, bisogna, che si spieghi meglio, per poterg'i dare il mio voto, in caso che sia giudicato legittimo. Ma finora (confesserò la mia ignoranza) in tutta la Meccanica, o Statica non ho trovata veruna Proposizione, che sia favorevole alla sua opinione. Se parliamo del moto equabile, qual è ne' sifoni, secondo il sentimento di tutti gli Statici dal solo cangiar direzione non si può alterare la velocità. L'istesso Cartesio, l'Autor favorito del nostro Censore, non riconosce veruna alterazione di tal genere nella dimostrazion sua circa l'egualità degli angoli d'incidenza, e di riflessione; e se ve l'avesse riconosciuta, avria distrutti li suoi principj, e in verità s'avria meritata una giusta critica, se, rimanendo l'istesso mobile, e la stessa quantità di moto, avesse stabilita ora maggiore, ora minore velocità; giacchè, secondo li suoi principj, la velocità è un certo effetto determinato dalla mole della materia mossa, e dalla quantità del suo moto. Anche Galileo alla Propos. XXV. del moto accelerato, mostrando, " *che se un corpo, dopo esser „ caduto per un piano inclinato, segua a muoversi per un piano orizzontale, sarà il tempo della caduta per esso piano inclinato al tempo*

„ del

Digitized by Google

„ *del moto per qualunque linea dell' orizzonte, come la doppia lun-*
„ *ghezza del piano inclinato alla linea orizzontale:* " egli non fa verun caso dell' angolo compreso dal piano inclinato, e dall' orizzontale: anzi suppone, che il grado di velocità, che ha acquistato il mobile nel fine del piano inclinato, sia lo stesso, che mantiene nel viaggio sopra il piano orizzontale. Che se fosse vera la Proposizione del Signor Papino, saria facile il conchiudere, che la velocità sia minore nel piano orizzontale, che nell' inclinato; mentre è verissimo, che è eguale alla massima, e doppia di quella, che è media tra quelle, che acquistò il mobile discendendo per il piano inclinato. In questo modo tutta la dottrina del moto, tutta la Statica, e la Meccanica rovinerebbe, se si ammettesse per vera la Proposizione del Signor Papino. Affinchè adunque non vadano a terra tante sì utili, e belle dimostrazioni, si degni il Signor Papino di prender in buona parte, se non siamo disposti ad attenerci al suo metodo di calcolare gl' impedimenti derivati dalle piegature de' sifoni almeno per ora, pronti a farlo in avvenire, quando egli avrà corretti li difetti delle sue dimostrazioni; ciò, che dalla sua abilità, e destrezza speriamo, che gli riuscirà d' ottenere.

Non è per questo, ch' io nieghi, che le piegature de' sifoni, massimamente quelle ad angoli retti ritardino in qualche modo il moto de' fluidi nell' atto, che passa per esse; ma ciò non deriva dal cangiar direzione, fuorchè solo per accidente: in parte ciò deriva dalla successiva riflessione delle parti dell' acqua, che opponesi alla direzione primaria, come lo asserisce lo stesso Signor Papino §. *Huic retardationi*, parte dallo strofinamento maggiore, il quale ne' sifoni rettangoli, come più lunghi, è maggiore; le quali due cose debbono avvertirsi nel ricercare la misura del quanto debba detrarsi alla velocità, che deriva dalla natura stessa della cosa, per avere il residuo della velocità.

Ma quanto poco perdasi di velocità per l' ordinaria piegatura de' sifoni fatta a semicircolo, de' quali principalmente ho trattato nelle Lettere Idrostatiche, lo dimostrano gli stessi sperimenti del Sig. Papino; e insieme mettono in chiaro la verità della mia Proposizione. Imperciocchè lo stesso Sig. Papino dice d' aver osservati due sifoni dell' istesso diametro, e dell' istessa altezza, uno de' quali era rettangolo, e l' altro circolare, ed a-

meno

mendue diedero la ſteſſa quantità d'acqua del peſo di 10. libbre, il rettangolo entro 45. ſecondi, e il circolare dentro 31., o 32.; ed un lume affatto eguale a quello de' tubi ſcolpito nel fondo di un gran vaſo, e d'una eguale altezza diede pure la ſteſſa miſura d'acqua in 27., e 28. ſecondi; dalla quale oſſervazione io deduco, che la differenza del tempo, in cui uſcì egual quantità d'acqua dal ſifone circolare, e dal fondo del vaſo, era di 4., ed eſſendo le velocità dell'acqua nel noſtro caſo reciproche ai tempi, ne ſegue, che la velocità dell'acqua uſcita dal lume del vaſo è alla velocità dell'acqua uſcita dal ſifone: come 31: 27., ovvero 32: 28., o 8: 7., poco differente dalla proporzione d'egualità, ch'io ſoſtenni nella Lettera Idroſtatica ſeconda, impugnata fin ora dal Sig. Papini: ciò, che poi manca all'intera ragione d'egualità, deriva dallo ſtrofinamento dell'acqua contra l'interna ſuperficie del ſifone, e dalla piegatura; e perciò queſti due oſtacoli combinati inſieme ſcemarono in modo la velocità, che la diminuzione di queſta alla velocità in tutto è come 1: 8. Queſta differenza ſaria ſtata ancor minore, ſe il lume, o foro applicato ai ſifoni, che metton fuori l'acqua, aveſſe avuto un minor diametro, che quello del tubo, o cannello del ſifone, eſſendo però ſtato eguale. Nè monta, che il Sig. Papino pretenda d'aver impedito lo ſtrofinamento ai lati del tubo, adoprando ſifoni di 7. linee di diametro, eſſendo queſti ſtati molto mezzani, e aſſai più piccioli di que', ch'io feci una volta lavorare dell'ampiezza di 4. pollici, e d'altezza di 17. piedi in circa per levar dell'acqua dal noſtro Reno: oltre che non v'è altro modo di prevenire lo ſtrofinamento, che in reſtringendo l'orifizio, che mette fuori l'acqua; e queſta è la ragione, per cui ad avere de' grandi getti ſi oſſerva, che i diametri de' lumi, che metton fuori l'acqua, ſieno minori dei diametri de' cannelli, che la conducono.

Finalmente quella maggior differenza di tempo, che fu oſſervata tra l'uſcita del fluido dal ſifone rettangolo, e dal circolare, appena mi ſi rende credibile, e poſſono negli ſperimenti eſſervi intervenuti degli errori per molti titoli: primieramente perchè i cannelli in tutta la loro lunghezza non erano uniformi, ma più riſtretti nel mezzo, che nell'orifizio; e queſta differenza benchè inſenſibile pregiudica molto all'uſcita dell'ac-

dell'acqua, come ho varie volte provato: in secondo luogo perchè l'immersione dell'orifizio, che mette nell'acqua del vaso sottoposto, non permette, che si possa determinar bene la profondità di questo sotto la superficie dell'acqua: in terzo luogo che questa non sia stata sempre costante: in quarto luogo la cagione di sì gran differenza potria derivare dalla gracilità del sifone, la quale può assai più, come s'è detto, che se il tubo fosse stato più ampio. Per altro appresso il Mariotte si trovano varj sperimenti fatti ne' tubi, le piegature de' quali erano rettangole, ne' quali non s'è rilevata tanta differenza dalla velocità intiera. Ma per non derogare senza solido fondamento alla fede del Signor Papino (imperciocchè non ho agio di rinnovarli), sieno quanti si vogliano gl'impedimenti degli angoli retti, che ha ciò che far meco? Le mie Proposizioni non parlan d'essi, e se mai nelle figure mi sono servito d'essi, io ho preteso di prescindere dagl'impedimenti, che derivano dalla figura, essendomi messo a ricercare le leggi delle potenze, non delle resistenze.

Le cose fin ora dette in difesa de' miei studj idrostatici sono tante, e così certe, che il Sig. Papino dovria deporre ogni dubbio circa le mie asserzioni: aggiugnerei più cose, se credessi averne bisogno. Da voi fra tanto ho motivo di lusingarmi, che scuserete la lunghezza di questa lettera con quella bontà, con cui solete trattar meco; e se, come il desidero, aveste genio di favorirmi col mandar una copia di questa lettera al chiarissimo Sig. Leibnizio, vi priego a salutarlo a nome mio, e supplicatelo a volerla comunicare agli Eruditi della Lamagna. Procurate di mantenervi sano, e di conservarvi per il decoro della nostra Italia, e per vantaggio della Repubblica delle lettere.

Bologna 24. Luglio 1697.

Fine del primo Volume.

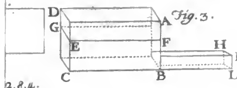

641746

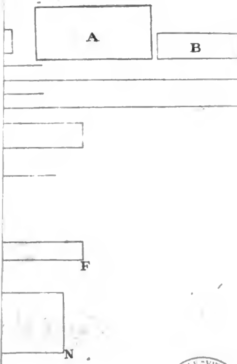
Die 30. Januarii 1766.
Reimprimatur.
TH. JOANNES BERTOLOTTI P. V. GENERALIS.

Die 30. Januarii 1766.
Reimprimatur.
F. HYACINTUS MARIA VISMARA VICARIUS GENERALIS S. O. PARMÆ.

1766. 30. Gennajo.
Se ne permette la Ristampa.
CONSIGLIERE MISURACCHI
PER LA R. GIUNTA DI GIURISDIZIONE.

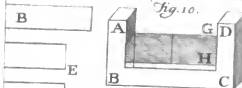
Digitized by Google

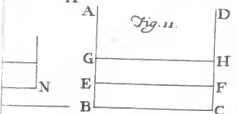


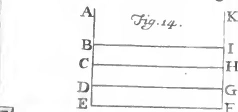


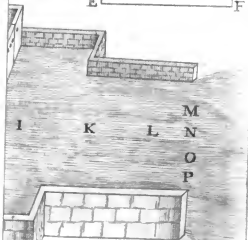


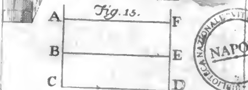
Digitized by Google












BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 16.


NAPOLI

Digitized by Google

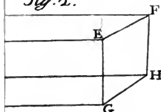


Fig.2.

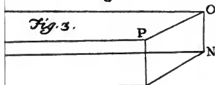
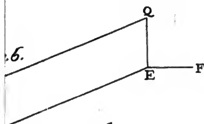


Fig.3.



.6.

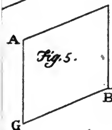


Fig.5.



NAPOLI

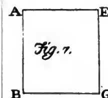


Fig.7.

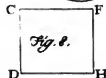


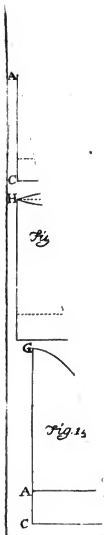
Fig.8.



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

I
S
R
E
A
P
L
C

Digitized by Google

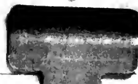
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google





Digitized by Google